

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50019/2024
(22) Anmeldetag: 16.01.2024
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2025

(51) Int. Cl.: **B22F 3/115** (2006.01)
B22F 3/17 (2006.01)
B22F 7/00 (2006.01)
B22F 10/22 (2021.01)
B22F 10/25 (2021.01)
B22F 10/28 (2021.01)
H01L 23/367 (2006.01)
H01L 23/373 (2006.01)
H01M 50/207 (2021.01)
H01M 50/222 (2021.01)
H05K 7/20 (2006.01)

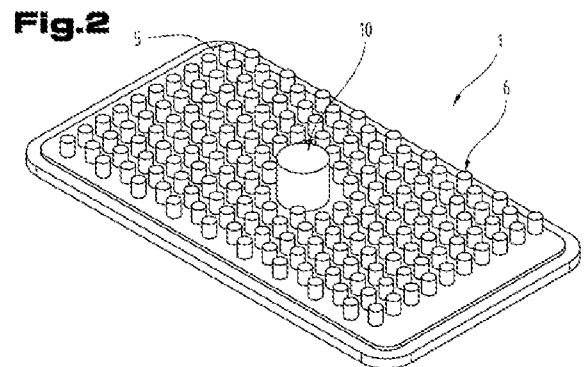
(56) Entgegenhaltungen:
DE 102014206608 A1
DE 102013110815 B3
US 2001008703 A1
JP S6156205 A

(71) Patentanmelder:
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 metallisches Pulver verwendet wird, wobei aus dem Pulver entweder mittels Metallpulverspritzgießen oder mittels eines additiven Verfahrens ein Grünling hergestellt wird, der zu einem Vorformling (18) gesintert wird, und aus dem Vorformling (18) die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen (6) durch Pressumformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings (18) durch oder in ein Formwerkzeug (19) gepresst wird, oder wobei aus dem Pulver durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, dass der Grünling zu dem Vorformling (18) gesintert wird und dass die Kühlstruktur mit den Kühlelementen (6) mittels Sinterschmieden hergestellt wird.



Zusammenfassung

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 metallisches Pulver verwendet wird, wobei aus dem Pulver entweder mittels Metallpulverspritzgießen oder mittels eines additiven Verfahrens ein Grünling hergestellt wird, der zu einem Vorformling (18) gesintert wird, und aus dem Vorformling (18) die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen (6) durch Pressumformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings (18) durch oder in ein Formwerkzeug (19) gepresst wird, oder wobei aus dem Pulver durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, dass der Grünling zu dem Vorformling (18) gesintert wird und dass die Kühlstruktur mit den Kühlelementen (6) mittels Sinterschmieden hergestellt wird.

Fig. 2

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

Sogenannte 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, unter anderem auch sogenannte Pin Fin Kühlkörper, 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 elektrochemischer Reduktion schützt.

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.

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

Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, nach dem vorgesehen ist, dass als Werkstoff ein metallisches Pulver verwendet wird, wobei aus dem Pulver entweder mittels Metallpulverspritzgießen oder mittels eines additiven Verfahrens ein Grünling hergestellt wird, der zu einem Vorformling gesintert wird, und aus dem Vorformling die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen durch Pressumformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings durch oder in ein Formwerkzeug gepresst wird, oder wobei aus dem Pulver durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, der Grünling zu dem Vorformling gesintert wird und die Kühlstruktur mit den Kühlelementen mittels Sinterschmieden hergestellt wird.

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 die Herstellung des Vorformlings mittels Metallpulverspritzgießen oder mittels eines additiven Verfahrens können zudem unterschiedliche komplexe Formen relativ rasch hergestellt werden, wobei sich insbesondere auch die additiven Verfahren für Kleinstserien eignen.

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.

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.

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.

Die Kühlelemente werden vorzugsweise auf einem Basiselement hergestellt, wobei das Basiselement eine Rückseite aufweist. Es kann damit eine einstückige Struktur der Kühlvorrichtung hergestellt werden.

Dabei kann nach einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass das Basiselement eine Elementhöhe von maximal 3 mm aufweist. Von Vorteil ist dabei, dass durch die geringe Elementdicke (auch als Elementhöhe bezeichnbar) des Basiselements im Vergleich zu bekannten Kühlvorrichtungen der Wärmeaustausch durch einen geringeren Wärmewiderstand erhöht werden kann. Eine derart geringe Plattendicke ist mit herkömmlichen Technologien nicht bzw. nur unter großem Aufwand herstellbar, da herkömmliche Technologien spanende Verfahren einsetzen. Für das Spanen müssen allerdings die Kühlplatten eine gewisse Mindestdicke aufweisen, um gespannt werden zu können. Andererseits weisen die in

herkömmlichen Verfahren verwendeten Werkstoffe eine höhere Steifigkeit verglichen mit Sinterwerkstoffen gleicher Zusammensetzung auf, die einer Umformung entgegenwirkt. Diese Beschränkungen können mit dem Verfahren nach der Erfindung vermieden werden, womit auch Kühlvorrichtungen mit geringer Elementstärke des Basiselements herstellbar sind.

Nach einer Ausführungsvariante der Erfindung kann zur Erhöhung der Biegefestigkeit des Basiselements zumindest ein Versteifungselement angeordnet werden. Dieses wird vorzugsweise auf der ersten Oberfläche des Basiselements angeordnet, auf der sich auch die Kühlelemente befinden. Dadurch kann der Zusatzeffekt erreicht werden, dass das Versteifungselement die Kühlperformance der Kühlvorrichtung weiter verbessern kann.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Rückseite des Basiselements mit einer Krümmung ausgebildet wird, so dass das Basiselement eine Vorspannung aufweist. Von Vorteil ist dabei, dass durch die Vorspannung bzw. Krümmung des Basiselements ein unter Umständen bei einem Lötprozess auftretender Verzug der Leistungselektronik bzw. des mit der Kühlvorrichtung zu verbindenden Bauteils oder umgekehrt eine dabei in Folge Temperatureinwirkung verursachte Deformation bzw. Verspannungen der Kühlvorrichtung vermieden werden kann. Damit kann eine Verringerung der Kontaktfläche zwischen der Kühlvorrichtung und Leistungselektronik bzw. des Bauteils und ein damit verbundener Performanceabfall vermieden werden. Im Vergleich zu anderen Verfahren kann die Ausbildung der Krümmung in die bestehenden Prozessschritte einfach eingebunden werden, sodass für deren Herstellung kein extra Prozessschritt erforderlich ist, wie z.B. eine maschinelle Bearbeitung der Kontaktfläche des Basiselements zur Leistungselektronik bzw. zu dem Bauteil.

Gemäß einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass auf der Rückseite zumindest ein Hilfselement für die Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen der Kühlvorrichtung und einem mit der Kühlvorrichtung zu kühlendem Bauteil angeordnet wird. Mit Hilfe dieses Hilfselements kann die Ausbildung der stoffschlüssigen Verbindung besser definiert werden, wo-

mit ebenfalls eine vollflächige Anlage der Kühlvorrichtung an der Leistungselektronik bzw. dem Bauteil und damit eine verbesserte Wärmeabfuhr erreicht werden kann. Dabei kann das Hilfselement im Zuge der Ausbildung der Kühlelemente oder des Vorformlings hergestellt werden.

Nach einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen werden, dass die Krümmung der Rückseite mit mehreren unterschiedlichen Krümmungsradien hergestellt wird, sodass die Kühlvorrichtung besser auf unterschiedliche Stoffschlussverbindungsverfahren anpassbar ist. Gleichzeitig kann damit die Kühlvorrichtung auch nur Abschnitten (höher) vorgespannt werden, womit der Einfluss der Vorbiegung auf den Werkstoff der Kühlvorrichtung reduziert werden kann.

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

Es zeigen jeweils in stark vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine Kühlvorrichtung mit zu kühlendem Bauteil in Seitenansicht;
- Fig. 2 eine Kühlvorrichtung in Schrägansicht;
- Fig. 3 eine Ausführungsvariante einer Kühlvorrichtung in Seitenansicht;
- Fig. 4 einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante einer Kühlvorrichtung in Draufsicht;
- Fig. 5 einen Ausschnitt aus einer anderen Ausführungsvariante einer Kühlvorrichtung in Draufsicht;
- Fig. 6 eine Ausführungsvariante einer Kühlvorrichtung in Seitenansicht;
- Fig. 7 eine weitere Ausführungsvariante einer Kühlvorrichtung in Ansicht von unten;
- Fig. 8 eine andere Ausführungsvariante einer Kühlvorrichtung in Schrägansicht von unten;

Fig. 9 eine Ausführungsvariante eines Vorformlings;

Fig. 10 eine Ausführungsvariante eines Werkzeugs zur Herstellung der Kühlvorrichtung.

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.

In Fig. 1 ist eine Kühlvorrichtung 1 in Seitenansicht dargestellt.

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.

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.

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.

Die Kühlvorrichtung 1 umfasst ein Basiselement 4, das auch die Rückseite 3 der Kühlvorrichtung 1 bilden kann, 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 kann die Kühlvorrichtung 1 nur durch ein einziges Teil gebildet sein. 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 Kühlvorrichtungen 1 also auch modular zu einer Kühlvorrichtungsgruppe zusammengesetzt werden/sein.

Das Basiselement 4 und die Kühlelemente 6 sind aus einem Sinterwerkstoff bzw. aus/mit einem metallischen Pulver hergestellt bzw. bestehen daraus. Weiter sind die Kühlelemente 6 durch Umformung aus dem Basiselement 4 hergestellt.

Gemäß einer 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.

Die Volldichte bezieht sich dabei auf die Dichte einer schmelzmetallurgisch hergestellten Kühlvorrichtung aus dem gleichen Werkstoff, also auf ein Bauteil aus einem Vollwerkstoff. Mit Vollwerkstoff ist dabei ein metallischer Werkstoff gemeint, der – mit Ausnahme von Fehlstellen - keine Poren aufweist, wie diese bei Sinterbauteilen üblicherweise vorhanden sind.

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.

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.

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

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.

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.

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, wie dies z.B. aus Fig. 3 ersichtlich ist. Beispielsweise können randständige Kühlelemente 6 höher sein als die restlichen bzw. können die Kühlelemente 6 mit einem Verlauf der Höhen von niedriger oder höher in der Mitte der Kühlvorrichtung 1 bis höher oder niedriger am Rand der Kühlvorrichtung 1. Andere Ausführungen von unterschiedlichen Höhen 8 sind im Rahmen der Erfindung möglich.

Weiter kann vorgesehen sein, dass pro dm² erste Oberfläche 5 zwischen 300 und 1300, insbesondere zwischen 300 und 1000, beispielsweise zwischen 300 und 750, Kühlelemente 6 angeordnet bzw. ausgebildet sind. Insbesondere diese An-

zahl 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.

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.

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.

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 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.

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

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 der Kühlvorrichtung 1 mitgepresst bzw. pulvermetallurgisch oder mit einem Verfahren nach der Erfindung hergestellt. Das Strukturelement 10 bzw. die Strukturelemente 10 sind daher bevorzugt einstückig mit dem Basiselement 4 und den Kühlelementen 6 ausgebildet.

Bei der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsvariante ist zwischen den Stirnseiten und den Kühlelementen 6 entlang der Breitseiten des Basiselementes 4 jeweils ein Versteifungselement 11 vorgesehen. Die Fig. 4 zeigt einen Ausschnitt aus einer Ausführungsvariante der Kühlvorrichtung 1 bei der das Versteifungselement 11 umlaufend am Umfang des Basiselements 4 durchgehend angeordnet ist. Wie aus dieser Fig. 4 weiter ersichtlich ist, kann das Versteifungselement 11 direkt am Rand des Basiselements 4 angeordnet sein. Aus Fig. 3 ist ersichtlich, dass das Versteifungselement 11 auch beabstandet zum Rand des Basiselements 4 angeordnet sein kann.

Weiter ist in den Eckbereichen des Basiselements 4 das Versteifungselement 11 nach Fig. 4 gerundet ausgeführt. Es kann aber auch anders ausgeführt sein, beispielsweise mit einem schrägen Verlauf zum Rand oder den Ecken des Basiselements 4 folgend.

In Fig. 4 ist das Versteifungselement 11 zwischen dem Rand und den Kühlelementen 6 angeordnet. Wie in Fig. 1 strichliert angedeutet ist, kann das Versteifungselement 11 bzw. können die Versteifungselemente 11 auch zwischen den Kühlelementen 6 angeordnet sein, beispielsweise auch ausschließlich zwischen den Kühlelementen 6. Betreffend die Versteifungselemente 11 ist aber auch eine Kombination der Ausführungsvarianten nach den Fig. 1 und 3 bzw. 4 möglich, so dass also Versteifungselemente 11 entlang des Randes des Basiselementes 4 und zwischen den Kühlelementen 6 angeordnet sein können.

Das Versteifungselement 11 kann einen geradlinigen Verlauf, wie dies z.B. in Fig. 2 gezeigt ist, aufweisen, oder nach einer Ausführungsvariante auch einen nicht

geradlinigen, wie z.B. einen wellenförmigen, wie dies der Ausschnitt aus der Kühlvorrichtung 1 in Fig. 5 zeigt. Auch diese wellenförmig ausgebildeten Versteifungselemente 11 können zwischen den Kühlelementen 6 verlaufen angeordnet sein. Bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsvariante bilden die wellenförmigen Versteifungselemente 11 jedoch gleichzeitig die Kühlelemente 6 der Kühlvorrichtung 1. Dabei kann nach einer weiteren Ausführungsvariante auch vorgesehen sein, dass die Versteifungselemente 11 mit einer Längserstreckung zumindest annähernd in einer Strömungsrichtung für ein Kühlfluid durch die Kühlvorrichtung 1 angeordnet sind. Dies kann auch in anderen Ausführungsvarianten der Kühlvorrichtung 1 vorgesehen werden, ist also nicht auf die Ausführungsvariante nach Fig. 5 beschränkt. Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsvariante sind zwischen den Versteifungselementen 11 Kanäle für das Kühlfluid ausgebildet.

Vorzugsweise sind die Versteifungselemente 11 niedriger als die Kühlelemente 6, insbesondere wenn sie nicht gleichzeitig auch die Kühlelemente 6 bilden. Dabei kann gemäß einer weiteren Ausführungsvariante vorgesehen sein, dass das Versteifungselement 11 eine Höhe 12 aufweist, die zwischen 20 % und 100%, insbesondere 60 % und 90%, der Höhe 8 bzw. bei unterschiedlich hohen Kühlelementen 6 der maximalen Höhe 8 in gleicher Richtung der Kühlelemente 6 entspricht.

Eine (zur ersten Oberfläche 5 des Basiselementes 4 parallele) Breite des Versteifungselementes 11 kann zwischen 0,5 mm und 4 mm betragen.

Prinzipiell kann das Versteifungselement 11 nachträglich auf dem Basiselement 4 angebracht werden, beispielsweise nach der Ausformung der Kühlelemente 6. Nach einer Ausführungsvariante kann jedoch das Versteifungselement 11 bei der Herstellung eines Vorformlings für die Herstellung der Kühlvorrichtung 1 hergestellt werden. Nach einer anderen Ausführungsvariante kann das Versteifungselement 11 aus dem Sinterwerkstoff durch Umformung aus dem Werkstoff des Basiselementes 4 hergestellt werden, vorzugsweise gleichzeitig mit der Herstellung der Kühlelemente 6 aus dem Vorformling.

Das Versteifungselement 11 bzw. die Versteifungselemente 11 sind daher bevorzugt einstückig mit dem Basiselement 4 und den Kühlelementen 6 ausgebildet. Es

ist weiter bevorzugt, wenn das Versteifungselement 11 bzw. die Versteifungselemente 11 in net shape oder near net shape Qualität hergestellt werden bzw. sind.

Das Basiselement 4 kann eine Elementhöhe 13 zwischen 1 mm und 5 mm aufweisen. Nach einer Ausführungsvariante kann das Basiselement 4 eine Elementhöhe 13 von maximal 3 mm aufweisen. Insbesondere kann das Basiselement 4 eine Elementhöhe 13 zwischen 1 mm und 2,5 mm aufweisen. Gemessen wird die Elementhöhe 10 des (plattenförmigen) Basiselements 4 zwischen deren Rückseite 3 und der ersten Oberfläche 5. Sofern in der Rückseite 3 eine Vertiefung 9 vorgesehen ist, wird die Elementhöhe 13 neben der Vertiefung 9 gemessen.

In Fig. 6 ist eine Ausführungsvariante der Kühlvorrichtung 1 in Seitenansicht gezeigt. Diese weist wieder das Basiselement 4 auf, auf dessen erster Oberfläche 5 die Kühlstruktur mit den Kühlelementen 6 angeordnet ist.

Anders als bei der Ausführungsvariante der Kühlvorrichtung 1 nach Fig. 1 ist bei dieser Ausführungsvariante nach Fig. 6 die Rückseite 3 des Basiselements 4 mit einer Krümmung versehen, wobei durch die Herstellung der Krümmung das Basiselement 4 vorgespannt ist.

In der dargestellten Ausführungsvariante ist die Krümmung in Bezug auf die Kühlelemente 6 mit einem konkaven Verlauf ausgebildet. Insbesondere kann das Basiselement 4 plankonkav ausgebildet sein. Die erste Oberfläche 5 kann auch zumindest annähernd dem Verlauf der Rückseite 3 des Basiselements 4 folgend ausgebildet sein.

Die zweite Oberfläche 3 oder das gesamte Basiselement 4 kann auch eine in Bezug auf die Kühlelemente 6 konvexe Krümmung aufweisen.

Die Krümmung kann im Verlauf der Länge oder der Breite des Basiselements 4 ausgebildet sein.

Die Krümmung kann mit einem über den gesamten Verlauf gleichbleibenden Krümmungsradius 14 ausgebildet sein. Nach einer anderen Ausführungsvariante

kann vorgesehen sein, dass die Krümmung mehrere unterschiedliche Krümmungsradien 14 aufweist. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Basiselement 4 in einander gegenüberliegenden Randbereichen 15, 16 die Krümmung mit dem kleinsten Krümmungsradius 14 aufweist.

Vorzugsweise ist die Krümmung im Verlauf vom ersten Randbereich 15 bis zum zweiten Randbereich 16 symmetrisch ausgebildet.

Die Krümmung kann beispielsweise einen elliptischen, parabolischen, etc. Verlauf haben. Andere Verlaufsformen sind ebenfalls möglich.

Die Kühlelemente 6 können mit gleicher Orientierung auf dem gekrümmten Basiselement 4 angeordnet sein. Die Orientierung der Kühlelemente 6 kann aber auch dem Verlauf der Krümmung des Basiselements 4 folgend angeordnet sein. Diese Orientierung kann im Zuge der Ausbildung der Stoffschlussverbindung mit dem Bauteil 2 durch den Spannungsabbau im Basiselement 4 aufgrund der einwirkenden Wärme geändert werden, wenn das Basiselement 4 die Krümmung verringert und insbesondere zu einem ebenen Basiselement 4 ausgebildet wird.

Es besteht auch die Möglichkeit, dass die Höhen 8 der Kühlelemente 6 an den Krümmungsverlauf angepasst werden, sodass sich die Kühlelementköpfe 7 auf gleicher Höhe befinden, wenn das Basiselement 4 die Krümmung aufweist.

Der Krümmungsradius 12 des Basiselements 4 kann ausgewählt sein aus einem Bereich von 250 mm bis 5000 mm, insbesondere von 1000 mm bis 4000 mm. Es kann damit eine maximale Durchbiegung von 1,25 mm auf 100 mm bzw. 200 mm Länge erreicht werden. Für den Fall, dass die Krümmung mehrere unterschiedliche Krümmungsradien 12 aufweist, sind sämtliche Krümmungsradien 12 vorzugsweise ebenfalls aus diesem Bereich ausgewählt.

In Fig. 7 ist eine weitere Ausführungsvariante der Kühlvorrichtung 1 in Ansicht von unten dargestellt.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die zu den Fig. beschriebenen Ausführungsvarianten der Kühlvorrichtung 1 für sich alleine eigenständig verwendet werden

können. Ebenso sind Kombinationen dieser Ausführungsvarianten möglich. Wenn also im Folgenden auf ein eben ausgebildetes Basiselement 4 Bezug genommen wird, kann dieses z.B. auch gekrümmt ausgebildet sein.

In Fig. 7 ist die ebene Rückseite 3 des Basiselements 4 zu sehen. Auf dieser Rückseite 3 ist zumindest ein Hilfselement 17 für die Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen der Kühlvorrichtung 1 und dem Bauteil 2 angeordnet. In der konkret dargestellten Ausführungsvariante ist das Hilfselement 17 eine Vertiefung. Das Hilfselement 17 kann aber auch ein Vorsprung auf der Rückseite 3 sein, wie dies die Ausführungsvariante nach Fig. 8 zeigt.

Die Vertiefung dient der Aufnahme des Zusatzwerkstoffes für den Stoffschluss und verhindert das Verlaufen/Auslaufen des schmelzflüssigen Zusatzwerkstoffes während der Ausbildung der Stoffschlussverbindung zwischen der Kühlvorrichtung 1 und dem Bauteil 2 (siehe Fig. 1).

Der Vorsprung dient hingegen der Ausbildung eines, insbesondere gleichmäßigen, Spaltes zwischen der Kühlvorrichtung 1 und dem Bauteil 2, sodass der Zusatzwerkstoff über die Verbindungsfläche (die Fläche, auf der der Zusatzwerkstoff aufgebracht wird) mit einer zumindest annähernd gleichmäßigen Schichtdicke ausgebildet wird, sodass möglichst keine Unterschiede im Wärmewiderstand zwischen der Kühlvorrichtung 1 und dem Bauteil 2 über die Verbindungsfläche existieren.

In Fig. 7 ist nur ein Hilfselement 17 dargestellt. Es kann aber auch mehr als ein Hilfselement 17 angeordnet werden, beispielsweise zwei, drei, vier, etc., wie dies aus Fig. 8 zu ersehen ist. Die in Fig. 8 konkret dargestellte Anzahl an Hilfselementen 17 ist aber für die Erfindung nicht beschränkend zu verstehen. Insbesondere kann sich deren Anzahl nach der Größe des Basiselements 4 richten.

Weiter sind die mehreren Hilfselemente 17 nicht auf Vorsprünge beschränkt. Es können auch mehrere diskrete, über die Rückseite 3 verteilt angeordnete Vertiefungen als Hilfselemente 17 vorgesehen werden.

Im Rahmen der Erfindung sind auch Kombinationen von Vertiefungen und Vorsprüngen als Hilfselemente 17 auf der Rückseite 3 des Basiselements 4 möglich.

Die Vertiefungen können in Draufsicht betrachtet kreisförmig, elliptisch, oval, generell rund, dreieckig, viereckig, fünfeckig, etc., ausgebildet sein. Es sind auch komplexere Formen möglich, wie dies anhand des Beispiels einer Vertiefung in Fig. 7 zu ersehen ist.

Die Vertiefung kann eine maximale Tiefe zwischen 0,05 mm und 0,5 mm aufweisen. Unterhalb von 0,05 mm ist die Ausbildung der Vertiefung anfälliger auf Fehler in der Verbindungsbildung, da die Vertiefung gegebenenfalls nicht mit dem Zusatzwerkstoff gefüllt wird/ist. Mit einer Tiefe von mehr als 0,5 mm wird unter Umständen der Spalt zwischen der Kühlvorrichtung und dem Bauteil, in dem die Stoffschlussverbindung ausgebildet wird, zu sehr verändert, sodass u.U. keine gleichmäßige Verbindungsschicht gebildet wird.

Vorzugsweise sind bei mehreren Vertiefungen in der Rückseite des Basiselements 4 alle gleich ausgebildet. Es können aber auch mehrere unterschiedlich ausgebildete Vertiefungen vorgesehen werden.

Der zumindest eine Vorsprung kann eine maximale Höhe zwischen 0,05 mm und 0,5 mm aufweisen. Wie bei der Vertiefung kann eine Höhe von weniger als 0,05 mm die Spaltdicke für die Ausbildung einer gleichmäßigen Verbindungsschicht zu gering sein. Andererseits kann mit einer Höhe von mehr als 0,5 mm die Verbindungsschicht zu dick ausgebildet werden, womit gegebenenfalls die Wärmeabfuhr verschlechtert wird. Zudem kann bei einer Spaltdicke von mehr als 0,5 mm der flüssige Zusatzwerkstoff u.U. aus dem Verbindungsbereich ausfließen, womit die Gefahr der Ausbildung einer ungleichen Verbindungsschicht besteht.

Bei mehreren Vorsprüngen können alle gleich ausgebildet sein. Ebenso können unterschiedlich ausgebildete Vorsprünge auf der Rückseite 3 des Basiselements 4 vorgesehen werden.

Der Vorsprung kann bzw. die Vorsprünge können noppenförmig, stegförmig, etc. ausgebildet sein. Er kann/sie können z.B. in Draufsicht einen runden, ovalen, elliptischen, generell runden, dreieckigen, viereckigen, etc., Querschnitt aufweisen.

Der Vorsprung kann eine Länge zwischen 5 mm bis zur Gesamtlänge des Basiselements 4 aufweisen. Weiter kann der Vorsprung eine Breite zwischen 5 mm bis zur Gesamtbreite des Basiselements 4 aufweisen.

Die Vertiefung kann oder die Vertiefungen können in Summe eine Flächenausdehnung zwischen 0,1 % und 50 % der Fläche der Rückseite 3 des Basiselements 4 aufweisen.

Die Verbindungsschicht zwischen der Kühlvorrichtung 1 und dem Bauteil 2 kann eine Schichtstärke zwischen 0,01 mm und 0,5 mm aufweisen.

Das zumindest eine Hilfselement 17 kann ebenfalls pulvermetallurgisch bzw. mit einem Verfahren nach der Erfindung hergestellt sein und einstückig mit dem Basiselement 4 ausgebildet sein. Z.B. kann das zumindest eine Hilfselement 17 im Zuge der Ausbildung der Kühlelemente 6 hergestellt werden.

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

Die Herstellung der Kühlvorrichtung 1 kann auf pulvermetallurgischem Weg nach einem pulvermetallurgischem Verfahren erfolgen, sodass die Kühlvorrichtung 1 also ein Sinterbauteil sein kann. Dazu kann aus einem Pulver, das aus den einzelnen (metallischen) Pulvern durch Mischen hergestellt werden kann, wobei die Pulver gegebenenfalls vorlegiert eingesetzt werden können, mit pulverförmigen Hilfsmitteln, wie z.B. ein Bindemittel, 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.

Der Grünling kann aber auch auf eine andere Art hergestellt werden. Insbesondere kann der Grünling mittels Metallpulverspritzgießen (MIM-Verfahren) oder mittels eines additiven Verfahrens hergestellt werden. Beispielsweise kann der Grünling mit jedem der bisher bekannten additiven Verfahren wie Laser Powder Bed Fusion, Selective Laser Sintering, Electron-Beam Powder Bed Fusion, Selective Laser Sintering, Binder Jetting, Direct Energy De-position, Mold Jet Verfahren, Fused Deposition Molding, Stereolithography-Verfahren und anderen Verfahren hergestellt werden. Vorzugsweise wird als additives Verfahren das Cold-Metal-Fusion-Verfahren (CMF-Verfahren) eingesetzt. Da diese Verfahren an sich bekannt sind, sei zu weiteren Einzelheiten dazu auf den einschlägigen Stand der Technik verwiesen.

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.

Da das Sintern von metallischen Grünlingen 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.

Durch das Sintern entsteht aus dem Grünling ein Vorformling 18, wie er beispielhaft in Fig. 9 dargestellt ist. Der Vorformling 18 kann als flache Platte ausgebildet sein, sodass also die Rückseite 3 und die erste Oberfläche 5 zueinander parallel verlaufen können.

Nach einer Ausführungsvariante des Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die erste Oberfläche 5 des Vorformlings 18, auf der die Kühlstruktur ausgebildet wird, zumindest in Abschnitten gewölbt hergestellt wird. Andere Formen der ersten Oberfläche des Vorformlings 18 sind in Hinblick auf eine verbesserte Umformbarkeit des Vorformlings 18 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 erste Oberfläche

5 des Vorformlings 18 bewusst Strukturen eingebracht werden (Wellen, Rippen, etc.) um gegebenenfalls Verwirbelungen eines Kühlfluids zu erhöhen.

Der Vorformling 18 kann in weiterer Folge nachverdichtet werden. Bevorzugt erfolgt die Nachverdichtung aber gleichzeitig mit der Umformung des Vorformlings 18 zu den Kühlelementen 6.

Die Umformung des Vorformlings 18 erfolgt in einem Formwerkzeug 19. Dazu wird der Vorformling 18 in das Formwerkzeug 19 eingelegt oder an dieses angelegt. Im einfachsten Fall ist das Formwerkzeug 19 durch eine Lochplatte 20 gebildet. Die Lochplatte 20 weist Ausnehmungen 21, insbesondere Durchbrüche, auf, in die bzw. durch die ein Teil des Materials des Vorformlings 18 gedrückt wird, wodurch die Kühlelemente 6 gebildet werden. Der Rest des Materials des Vorformlings 18, der nicht in oder durch das Formwerkzeug 19 gedrückt wird, bildet das Basiselement 4.

Die Ausnehmungen 21, d.h. deren Querschnitt, ist an den Querschnitt der herzustellenden Kühlelemente 6 entsprechend angepasst.

Das Formwerkzeug 19 kann auch anders aussehen, muss also nicht zwingend eine einfache Lochplatte 20 sein. Insbesondere kann das Formwerkzeug 19 „topförmig“ als Matrize ausgebildet sein.

Für den Fall, dass zumindest ein weiteres Strukturelement 10 vorhanden ist, kann dieses durch eine entsprechende Ausnehmung bzw. einen entsprechenden Durchbruch im Formwerkzeug 19 berücksichtigt werden.

Für die Umformung kann an die Rückseite 3 des Vorformlings 18, die auch die Rückseite 3 des Basiselements 4 bildet, ein Stempel 22 angelegt und mit einem vorbestimmbaren Druck auf den Vorformling 18 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 18 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 19 erfolgen.

Alternativ zu dieser Verfahrensweise kann der Vorformling 18 auch mittels Sinterschmieden zu dem Basiselement 4 mit den Kühlelementen 6 umgeformt werden. Die Temperatur beim Sinterschmieden kann zwischen 500 °C und 900 °C betragen, wofür insbesondere der Vorformling 18 auf diese Temperatur erhitzt wird. Alternativ oder zusätzlich dazu kann auch eine Form, in der der Vorformling 18 beim Sinterschmieden angeordnet werden kann, auf diese Temperatur erhitzt werden.

Nach der Formgebung, d.h. der Umformung des Vorformlings 18, kann die Kühlvorrichtung 1 fertig sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit einer Nachbearbeitung der Kühlvorrichtung 1. Beispielsweise können die Kühlelemente 6 höhenkalibriert oder generell nachverdichtet werden, wozu ebenfalls ein Stempel verwendet werden kann. Zudem können die erste Oberfläche 5 und die Kühlelemente 6 mit einer korrosionsresistenten Beschichtung versehen werden, beispielsweise mit einer galvanisch abgeschiedenen Ni-P-Beschichtung.

Das zumindest Hilfselement 17 kann ebenfalls im Zuge einer Nachbearbeitung hergestellt werden. Es kann auch bereits beim Pulverpressen vor dem Sintern hergestellt werden. In diesem Fall muss der Stempel 22 entsprechende Ausnehmungen bzw. Vorsprünge aufweisen, damit die Hilfselemente 17 beim Umformen des Vorformlings 18 nicht verdrückt werden.

Weiter kann das zumindest eine Hilfselement 17 aber gleichzeitig mit der Umformung des Vorformlings 18 hergestellt werden. Dazu kann der Stempel 22 an einer an dem Vorformling 18 anlegbaren Anlagefläche einen Vorsprung zur Ausbildung der voranstehend beschriebenen Vertiefung in der Rückseite 3 des Basiselements 4 und/oder eine Vertiefung zur Ausbildung des voranstehend beschriebenen Vorsprungs auf der Rückseite 3 des Basiselements 4 aufweisen. Die Anzahl an Vorsprüngen und/oder Vertiefungen auf dem Stempel 22 richtet sich nach der Anzahl an herzustellenden Hilfselementen 17.

Es kann weiter vorgesehen sein, dass das zumindest eine Hilfselement 17 im Zuge des Höhenkalibrierens der Kühlelemente 6 hergestellt wird. Dazu weist eine Stützfläche einer Form oder eines Spannelements, auf der das Basiselement 4 für das Höhenkalibrieren aufgelegt wird, die entsprechenden Vorsprünge bzw. Vertiefungen auf.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass die Umformung des Vorformlings 18 ein- oder mehrstufig erfolgen kann. In der mehrstufigen Ausführung werden die Kühlelemente 6 nicht in einem Schritt, sondern in mehreren Schritten geformt. Insbesondere in der mehrstufigen Ausführungsvariante kann es von Vorteil sein, wenn die Ausbildung des Hilfselements 17 im Zuge eines gegebenenfalls vorgesehenen Höhenkalibrierens der Kühlelemente 6 erfolgt.

Die voranstehend erläuterte Krümmung des Basiselements 4 kann ebenfalls im Zuge der Umformung des Vorformlings 18 oder im Zuge der gegebenenfalls durchzuführenden Höhenkalibrierung der Kühlelemente 6 erfolgen. Nur andeutungsweise ist dazu in Fig. 7 eine gekrümmte Anlagefläche 23 des Stempels 22 strichliert dargestellt. Die Krümmung der Anlagefläche 23 ist invers zur herzustellenden Krümmung des Basiselements 4. Es muss also keine spannende Bearbeitung für die Ausbildung der Krümmung des Basiselements 4 vorgenommen werden.

Die Kühlvorrichtung 1 kann offen an einem zu kühlenden Bauteil 2 angeordnet werden. Nach einer anderen Ausführungsvariante besteht auch die Möglichkeit, dass die Kühlelemente 6 in einem Gehäuse angeordnet sind. In diesem Fall kann das Basiselement 4 ein Bodenelement oder eine Deckenelement des Gehäuses bilden. Insbesondere mit dem Bodenelement kann die Kühlvorrichtung 1 an dem Bauteil 2 anliegend, insbesondere unmittelbar anliegend, angeordnet werden. Es besteht weiter die Möglichkeit, dass Kühlelemente 6 auf dem Bodenelement und weitere Kühlelemente 6 auf dem Deckenelement angeordnet werden, wobei die Kühlelemente des Bodenelements und die Kühlelemente des Deckenelements gemeinsam die Kühlstruktur ausbilden. Dazu können beispielsweise die Kühlelemente 6 des Deckenelements in Lücken zwischen den Kühlelementen 6 des Bodenele-

ments angeordnet werden. In diesem Fall wird aus einem Vorformling 18 das Bodenelement mit einem Teil der Kühlelemente 6 und aus einem weiteren Vorformling das Deckenelement mit dem Rest der Kühlelemente 6 entsprechend einem der voranstehend genannten Verfahren hergestellt.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass zwar ein Verfahren zur Herstellung der Kühlvorrichtung 1 beansprucht wird, für die Kühlvorrichtung 1 an sich aber gegebenenfalls ein eigenständiger Schutz unabhängig vom Verfahren der Herstellung beansprucht werden kann.

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

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Kühlvorrichtung 1 bzw. des Formwerkzeugs 19 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 Versteifungselement
- 12 Höhe
- 13 Elementhöhe
- 14 Krümmungsradius
- 15 Randbereich
- 16 Randbereich
- 17 Hilfselement
- 18 Vorformling
- 19 Formwerkzeug
- 20 Lochplatte
- 21 Ausnehmung
- 22 Stempel
- 23 Anlagefläche

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 metallisches Pulver verwendet wird, wobei aus dem Pulver entweder mittels Metallpulverspritzgießen oder mittels eines additiven Verfahrens ein Grünling hergestellt wird, der zu einem Vorformling (18) gesintert wird, und aus dem Vorformling (18) die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen (6) durch Pressumformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings (18) durch oder in ein Formwerkzeug (19) gepresst wird, oder wobei aus dem Pulver durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, dass der Grünling zu dem Vorformling (18) gesintert wird und dass die Kühlstruktur mit den Kühlelementen (6) mittels Sinterschmieden hergestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorformling (18) 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 (20) als Formwerkzeug (19) in Form von pinförmigen Kühlelementen (6) hergestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Vorformlings (18), auf der die Kühlstruktur ausgebildet wird, zumindest in Abschnitten gewölbt hergestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlelemente (6) auf einem Basiselement (4) hergestellt werden, wobei das Basiselement mit einer Rückseite (3) hergestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Basiselement (4) eine Elementhöhe (13) von maximal 3 mm aufweist.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf einer ersten Oberfläche (5) des Basiselements (4), auf der die Kühlstruktur angeordnet wird, zumindest ein Versteifungselement (11) angeordnet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückseite (3) des Basiselements (4) mit einer Krümmung ausgebildet wird, sodass das Basiselement (4) eine Vorspannung aufweist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Rückseite (3) zumindest ein Hilfselement (17) für die Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen der Kühlvorrichtung (1) und einem mit der Kühlvorrichtung (1) zu kühlendem Bauteil (2) angeordnet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmung der Rückseite (3) mit mehreren unterschiedlichen Krümmungsradien (14) hergestellt wird.

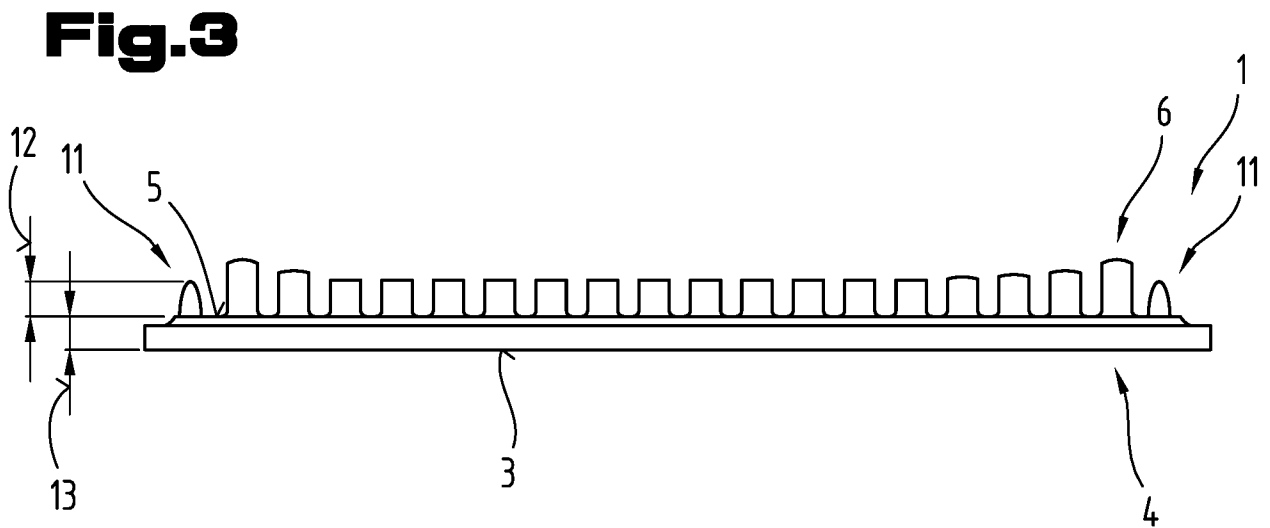
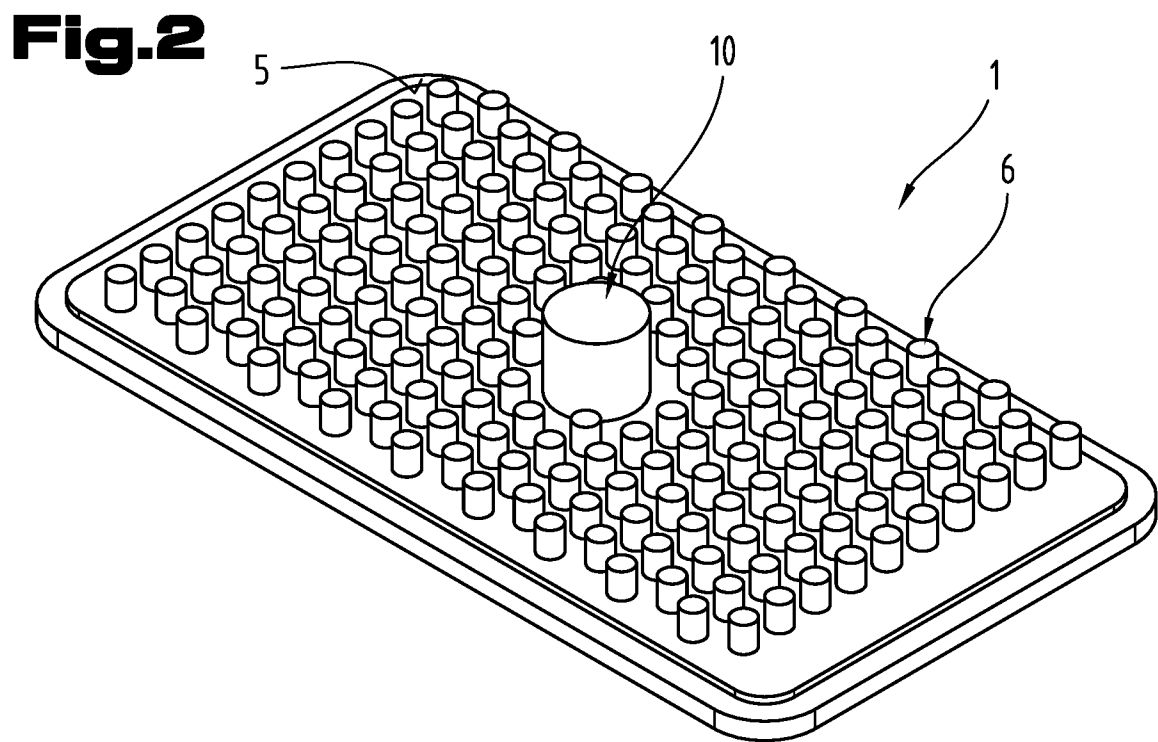
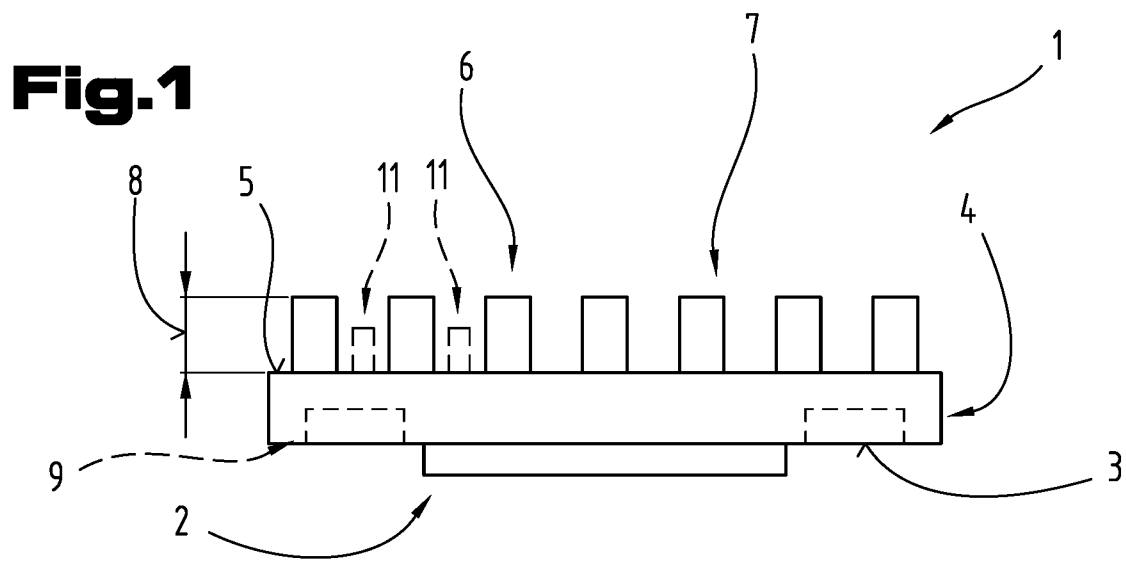


Fig.4

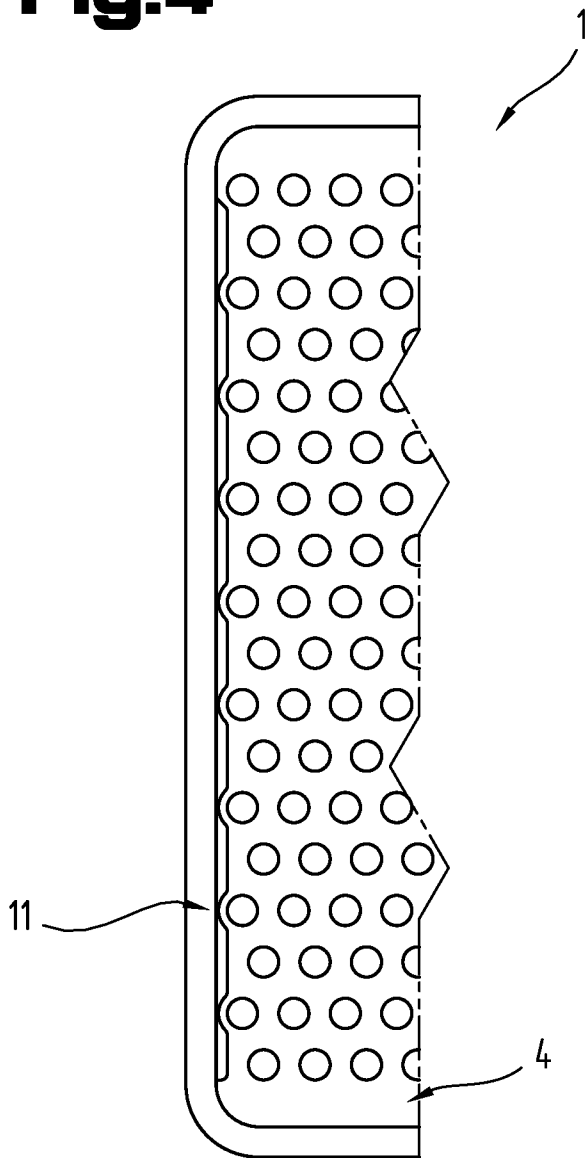


Fig.5

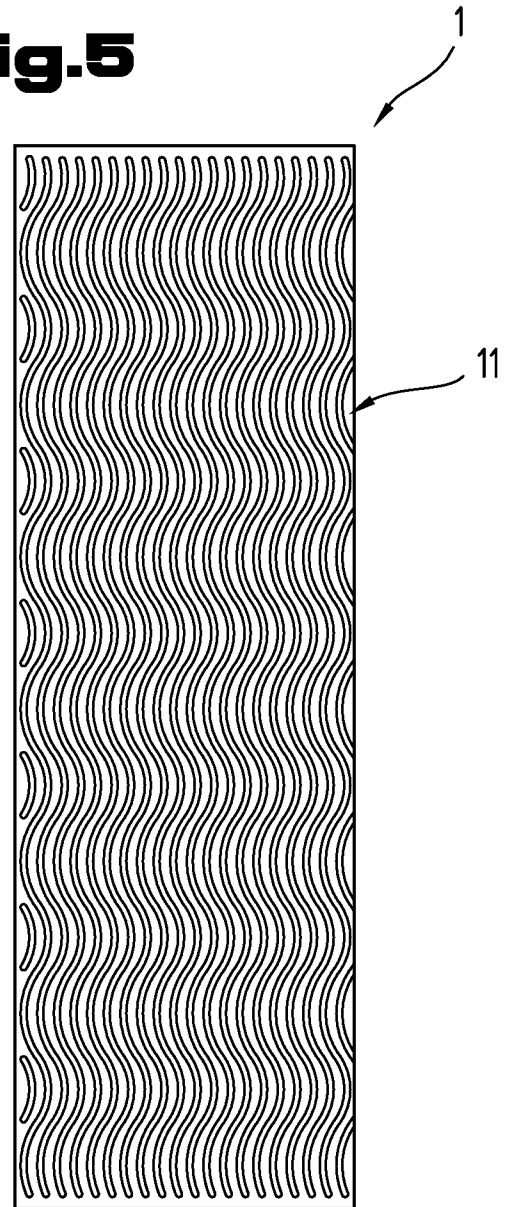


Fig.6

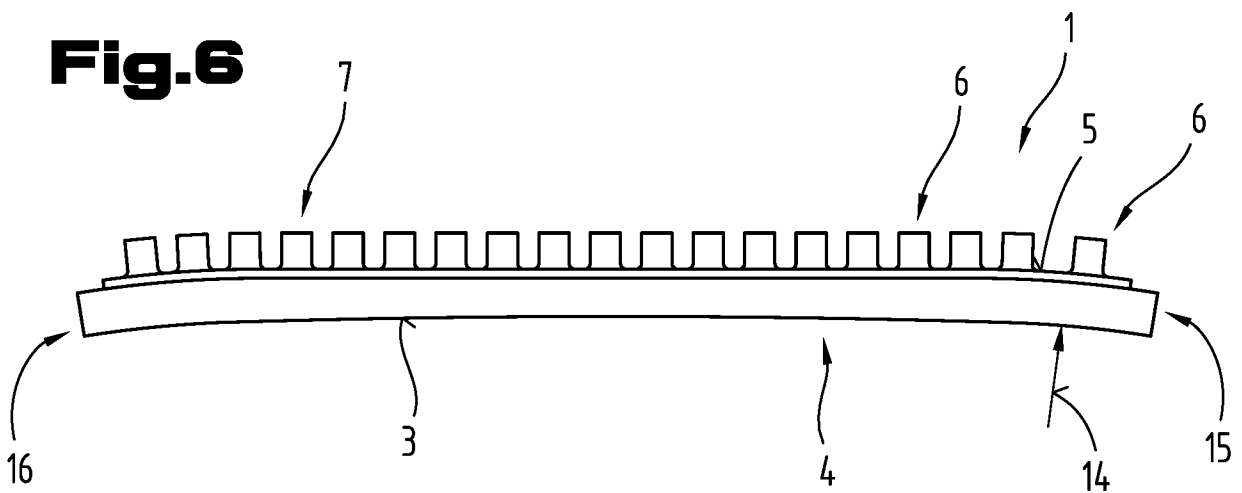


Fig.7

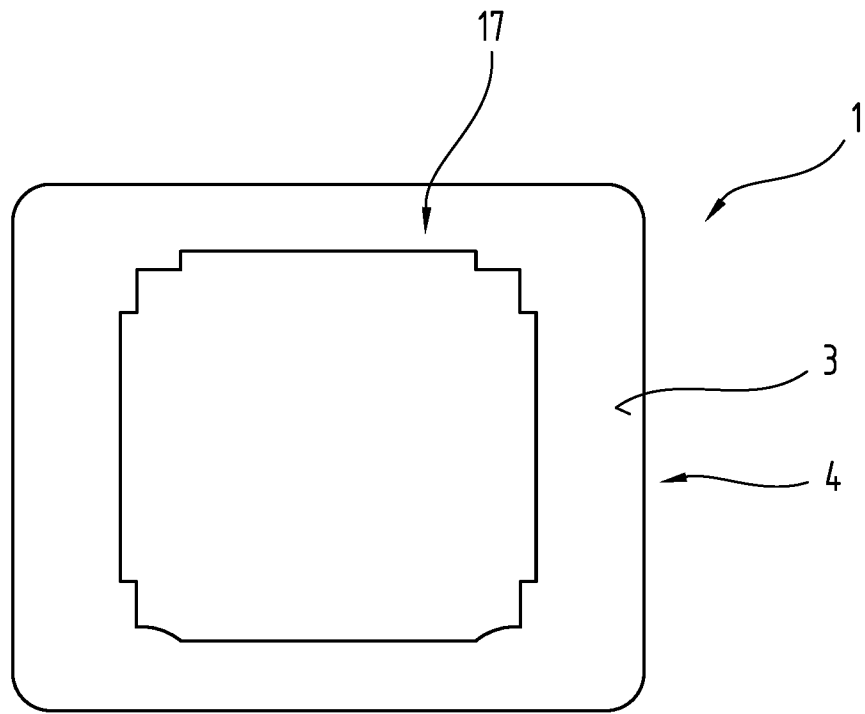


Fig.8

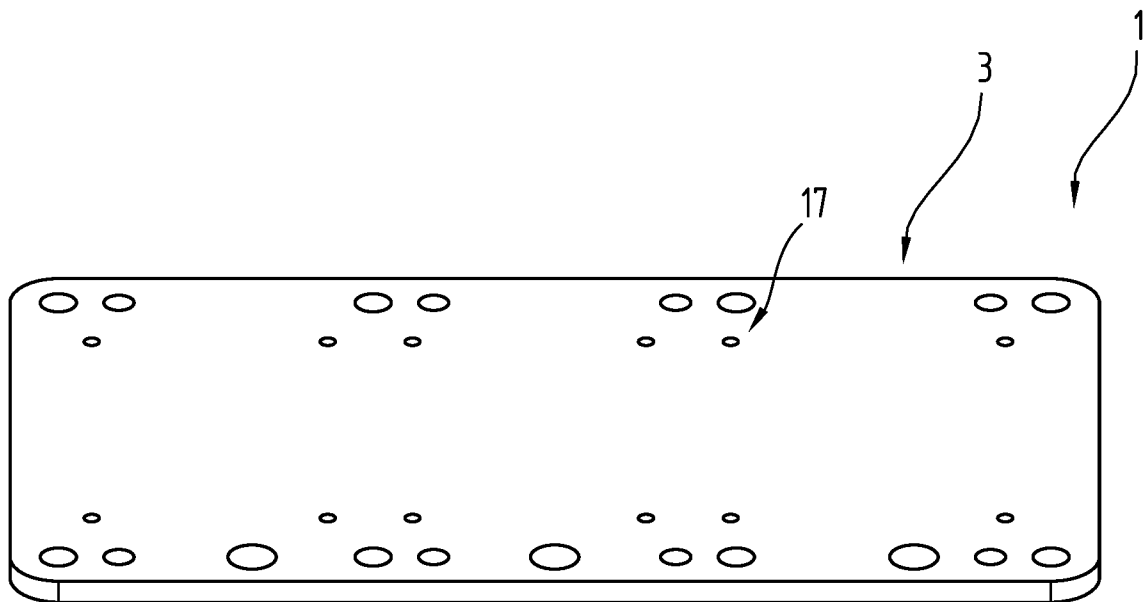


Fig.9

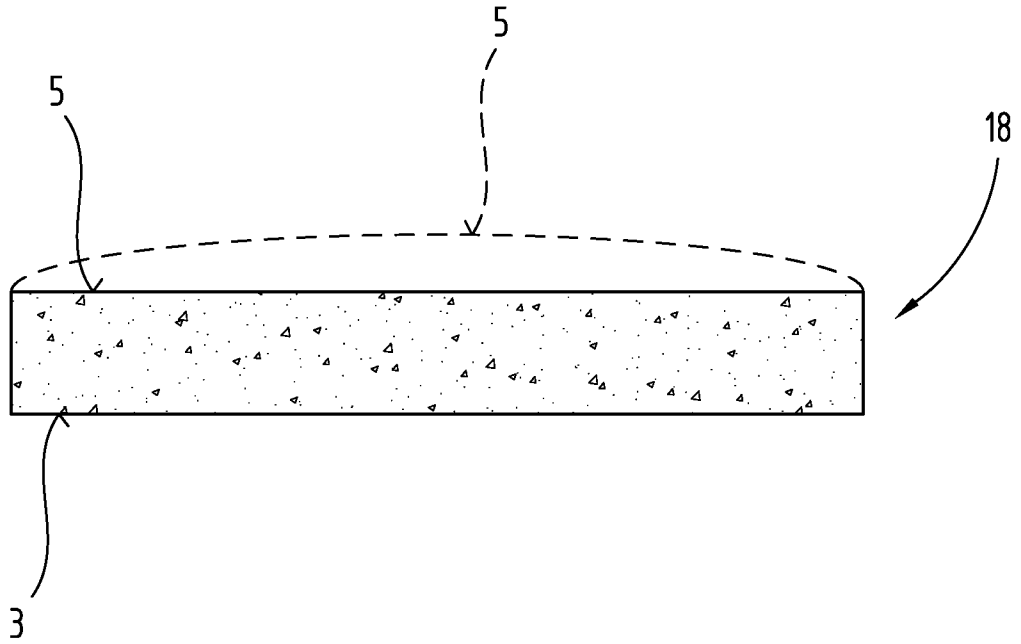
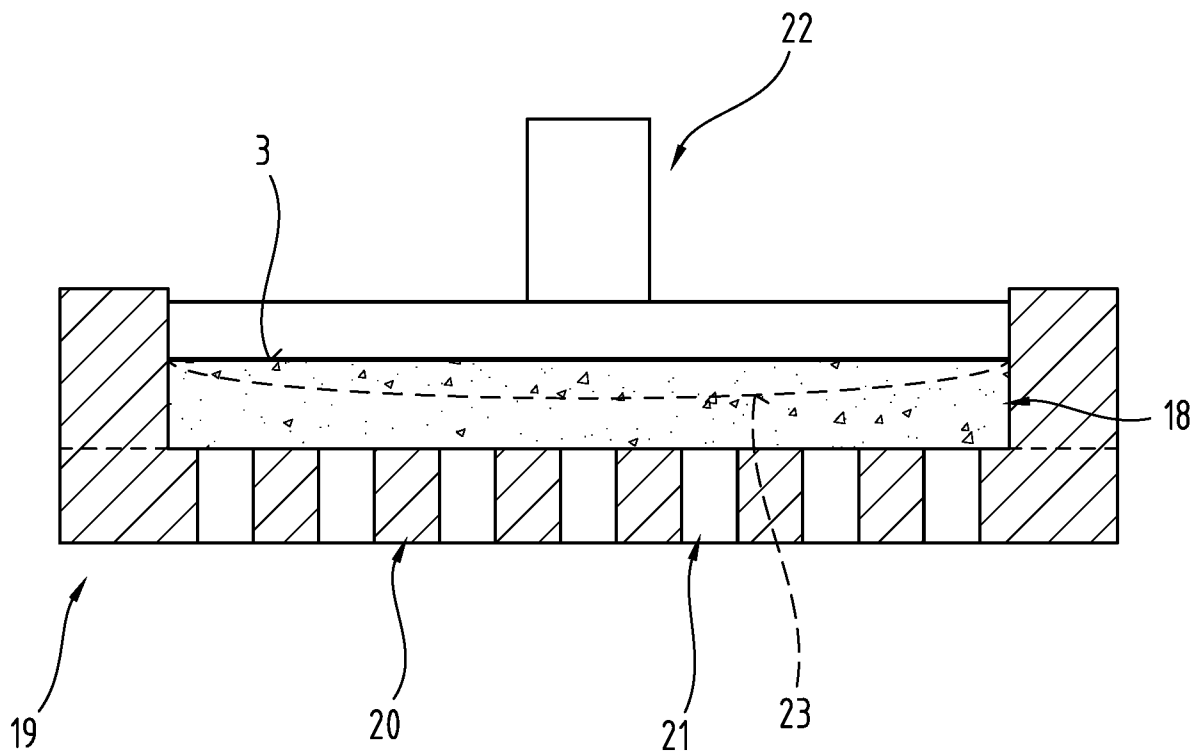


Fig.10



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 metallisches Pulver verwendet wird, wobei aus dem Pulver entweder mittels Metallpulverspritzgießen oder mittels eines additiven Verfahrens ein Grünling hergestellt wird, der zu einem Vorformling (18) gesintert wird, und aus dem Vorformling (18) die Kühlstruktur in Form von Kühlelementen (6) durch Pressumformung hergestellt wird, wozu ein Teil des Vorformlings (18) durch oder in ein Formwerkzeug (19) gepresst wird, oder wobei aus dem Pulver durch Pressen ein Grünling hergestellt wird, dass der Grünling zu dem Vorformling (18) gesintert wird und dass die Kühlstruktur mit den Kühlelementen (6) mittels Sinterschmieden hergestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorformling (18) 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 (20) als Formwerkzeug (19) in Form von pinförmigen Kühlelementen (6) hergestellt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des Vorformlings (18), auf der die Kühlstruktur ausgebildet wird, zumindest in Abschnitten gewölbt hergestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlelemente (6) auf einem Basiselement (4) hergestellt werden, wobei das Basiselement mit einer Rückseite (3) hergestellt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Basiselement (4) eine Elementhöhe (13) von maximal 3 mm aufweist.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass auf einer ersten Oberfläche (5) des Basiselements (4), auf der die Kühlstruktur angeordnet wird, zumindest ein Versteifungselement (11) angeordnet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Rückseite (3) des Basiselements (4) mit einer Krümmung ausgebildet wird, sodass das Basiselement (4) eine Vorspannung aufweist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Rückseite (3) zumindest ein Hilfselement (17) für die Herstellung einer stoffschlüssigen Verbindung zwischen der Kühlvorrichtung (1) und einem mit der Kühlvorrichtung (1) zu kühlendem Bauteil (2) angeordnet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmung der Rückseite (3) mit mehreren unterschiedlichen Krümmungsradien (14) hergestellt wird.