



(10) **DE 10 2015 215 570 A1** 2017.02.16

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 215 570.6**  
(22) Anmeldetag: **14.08.2015**  
(43) Offenlegungstag: **16.02.2017**

(51) Int Cl.: **H05K 7/20 (2006.01)**  
**H01L 23/367 (2006.01)**  
**B23K 26/34 (2006.01)**  
**F28F 21/08 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Franke, Martin, 14089 Berlin, DE; Frühauf, Peter, 14612 Falkensee, DE; Knofe, Rüdiger, 14513 Teltow, DE; Müller, Bernd, 16259 Falkenberg, DE; Nerreter, Stefan, 15754 Heidesee, DE; Niedermayer, Michael, 16548 Glienicke, DE; Wittreich, Ulrich, 16727 Velten, DE; Zäske, Manfred, 12159 Berlin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

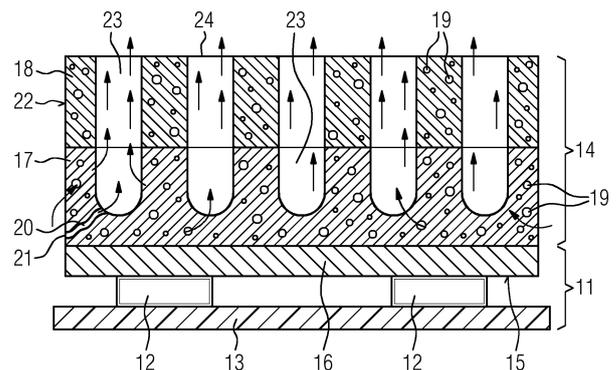
DE	101 23 456	A1
DE	102 44 805	A1
DE	10 2011 101 302	A1
DE	200 10 663	U1
US	6 591 897	B1
US	2007 / 0 131 406	A1
US	2009 / 0 321 045	A1
US	5 781 411	A

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Kühlkörper für eine elektronische Komponente und Verfahren zu deren Herstellung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Kühlkörper (14) für eine elektronische Komponente (12). Außerdem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Kühlkörpers. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass in dem Kühlkörper (14) Kühlkammine (23) vorgesehen sind, die sich nach oben öffnen. Diese Kühlkammine (23) werden durch Kühlkanäle (21) (gebildet beispielsweise durch ein offenporiges Material mit Poren (19)) mit Kühlluft versorgt, wobei diese Kühlluft vorteilhaft zu einer effektiven Entwärmung der elektronischen Komponente (12) beiträgt. Die Luftbewegung entsteht dabei erfindungsgemäß durch den Kammineffekt in den Kühlkamminen (23), so dass keine aktiven Komponenten in den Kühlkörper verbaut sind. Die Herstellung des Kühlkörpers (14) kann beispielsweise durch additive Fertigungsverfahren, wie dem Laserschmelzen oder dem Lasersintern, erfolgen.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Kühlkörper für eine elektronische Komponente sowie ein Verfahren zum Erzeugen eines Kühlkörpers mit einer Montage-seite für eine elektronische Komponente.

**[0002]** Es ist hinlänglich bekannt, dass elektronische Komponenten mit vorzugsweise passiven Kühlelementen versehen werden, um die Verlustwärme, die während des Betriebs der elektronischen Komponente entsteht, abzuführen. Die fortschreitende Erhöhung der durch elektronische Komponenten umgesetzten Leistungen bei gleichzeitiger Miniaturisierung der zum Einsatz kommenden Bauelemente führt dazu, dass pro zur Verfügung stehender Flächeneinheit der elektronischen Komponente immer größere Wärmemengen transportiert werden müssen. Dabei sind es die immer kleiner werdenden Kontaktflächen zwischen den elektronischen Komponenten als Wärmequelle und den zum Einsatz kommenden Kühlkörpern oder Medien, die eine effektive Entwärmung der elektronischen Komponenten erschweren. Andererseits ist eine zuverlässige Entwärmung Voraussetzung für eine einwandfreie Funktion der mit den elektronischen Komponenten realisierten Schaltungen.

**[0003]** Bei konventionellen Kühlkörpertechnologien kommen Kühlkörper beispielsweise aus Aluminium zum Einsatz, die eine Montage-seite zur Verfügung stellen, mit der sie auf eine Grenzfläche der elektronischen Komponente aufgesetzt werden können. Die zum Einsatz kommenden Kühlkörper haben häufig Rippen zur Vergrößerung der Oberfläche zur Wärmeabgabe und lassen sich beispielsweise in Aluminium kostengünstig als Strangpressprofil herstellen. Die mögliche Wärmeabgabe solcher passiven Kühler ist jedoch an physikalische Grenzen gebunden, so dass konventionelle Kühlelemente bei der Entwärmung an ihre Leistungsgrenzen stoßen. Statt Aluminium kann auch ein besser wärmeleitfähiges Metall wie Kupfer ausgewählt werden. Allerdings sind derartige Kühlkörper aufgrund von höheren Material- und Fertigungskosten unwirtschaftlich.

**[0004]** Eine andere Möglichkeit besteht in einer aktiven Kühlung durch eine erzwungene Konvektion eines Kühlmittels, beispielsweise von Luft, die mittels eines Lüfters bewegt wird oder einer Flüssigkeit, die beispielsweise in sogenannten Heat-Pipes zum Einsatz kommen kann. Auch derartige Entwärmungslösungen sind teurer als eine passive Kühlung und zudem auch weniger zuverlässig, so dass ein Bestreben besteht, auf eine aktive Kühlungslösung zu verzichten.

**[0005]** Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren zum Erzeugen eines Kühlkörpers bzw. einen Kühlkörper anzugeben, mit dem eine vergleichsweise hohe Entwärmungsleistung vergleichs-

weise einfach und zuverlässig umgesetzt werden kann.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch den eingangs angegebenen Kühlkörper erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in diesem Kühlkörper mindestens ein Kühlkamin verläuft, welcher sich von der Montage-seite weg erstreckt und zu einer Auslassöffnung in einer Oberfläche des Kühlkörpers führt. Da der Kühlkörper mit seiner Montage-seite nach unten auf der Ober-seite der zu kühlenden elektronischen Komponente montiert wird, bedeutet eine Erstreckung des Kühlkamins von dieser Montage-seite weg, dass der Kühlkamin zur Oberfläche des Kühlkörpers nach oben verläuft. Diese Eigenschaft des Kühlkamins bildet eine Voraussetzung für dessen technische Funktion, dass nämlich ein Kamineffekt genutzt wird, damit die in dem Kühlkamin befindliche warme Luft nach oben steigt und am Grund des Kühlkamins einen Unterdruck erzeugt. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass in dem Kühlkörper außerdem eine Vielzahl von Kühlkanälen mit im Vergleich zum Kühlkamin geringeren Querschnitt verläuft, die von Einlassöffnungen in der Oberfläche des Kühlkörpers zum Kühlkamin führen. Der Unterdruck in dem unteren Bereich des Kühlkamins bewirkt, dass Luft durch die Kühlkanäle gesogen wird, die über die Einlassöffnungen in die Kühlkanäle strömt. Diese Luft kühlt die die Kühlkanäle umgebende Struktur des Kühlkörpers ab, so dass vorteilhaft der Kühleffekt im Kühlkörper nicht allein durch Wärmeleitung, sondern auch durch Konvektion der im Kühlkörper befindlichen Luft unterstützt wird. Hierdurch wird vorteilhaft die Kühlleistung bzw. Entwärmungsleistung des passiven Kühlkörpers vergrößert. Durch die passive Funktionsweise des Kühlkörpers ist dieser vorteilhaft auch zuverlässig im Betrieb.

**[0007]** Der geringere Querschnitt der Kühlkanäle bewirkt vorteilhaft, dass die Oberfläche, die durch die Kühlkanäle zur Wärmeübertragung aus dem Material des Kühlkörpers zur Verfügung gestellt wird, vergrößert wird. Die Luft kann sich daher vorteilhaft vergleichsweise stark erwärmen, wodurch der im Kühlkamin zustande kommende Kamineffekt vergrößert wird. Hierdurch ist wiederum ein schnellerer Luftaustausch möglich, was die Kühlleistung optimiert.

**[0008]** Der Kühlkörper kann zur Kühlung beliebiger elektronischer Komponenten zum Einsatz kommen. Als elektronische Komponente im Sinne dieser Anmeldung können elektronische Bauelemente, aber auch ganze elektronische Baugruppen verstanden werden, insbesondere Komponenten der Leistungselektronik, deren Funktion mit einer starken Wärmeentwicklung verbunden ist. Die Montage-seite des Kühlkörpers wird normalerweise eben ausgebildet sein. Jedoch ist es auch denkbar, dass die Geometrie der Montage-seite an die Topologie einer elektronischen Komponente angepasst wird. Dies gilt insbesondere, wenn eine elektronische Baugruppe zu kühl-

len ist, welche nicht auf einem ebenen Schaltungsträger, sondern auf einem Schaltungsträger mit komplexerer Geometrie, wie beispielsweise einem Gehäuse, montiert ist.

**[0009]** In dem Kühlkörper kann ein Kühlkamin, alternativ auch eine Vielzahl von Kühlkaminen, zum Einsatz kommen. Wenn mehrere Kühlkamine vorgesehen sind, können diese gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung parallel zueinander in dem Kühlkörper verlaufen. Dies hat den Vorteil, dass das Material zwischen den Kühlkaminen, in dem die Kühlkanäle verlaufen, eine konstante Wandstärke zwischen den Kühlkaminen bildet und die Kühlkanäle gleichmäßig in diesem Material verteilt werden können. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der mindestens eine Kühlkamin senkrecht zur Ausrichtung der Montageseite verläuft. Durch diese Ausrichtung kann der Kamineffekt maximiert werden, da die erwärmte Luft ungehindert senkrecht nach oben aufsteigen kann.

**[0010]** Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Kühlkanäle durch ein offenporiges Material gebildet werden. Die Offenporigkeit des Materials gewährleistet, dass die Kühlluft durch die Poren von der Oberfläche des Kühlkörpers in die Kühlkamine gelangen kann. Dabei steht vorteilhaft eine vergleichsweise große Oberfläche in den offenen Poren zur Verfügung, über die ein Wärmeübergang von dem Material des Kühlkörpers in die Kühlluft erfolgen kann. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das offenporige Material mehrlagig aufgebaut ist. In diesem Fall ist vorgesehen, dass eine der Montageseite nähere Lage eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als eine von der Montageseite weiter entfernte Lage. Insbesondere kann das offenporige Material zweilagig ausgebildet sein, so dass die untere Lage die der Montageseite nähere Lage bildet und direkt an die obere Lage als die von der Montageseite weiter entfernte Lage angrenzt. Der Vorteil dieser Ausbildung liegt darin, dass die höhere Lage mit der höheren Wärmeleitfähigkeit gut dazu geeignet ist, die durch die elektronische Komponente in den Kühlkörper eingespeiste Wärme schnell zu den Kühlkanälen zu leiten. Hierdurch wird die Kühlluft in den Kühlkanälen vergleichsweise stark erwärmt. Die in den Kühlkaminen aufsteigende Luft soll sich hingegen möglichst wenig abkühlen, damit der Kamineffekt optimal genutzt werden kann. Daher ist in dem weiter von der Montageseite entfernten Bereich des Kühlkörpers eine geringere Wärmeleitfähigkeit des Materials von Vorteil. Dieses kann sich dann weniger erwärmen, wobei die Kühlkanäle im Bereich des Kühlkörpers zusätzlich für eine gewisse Abkühlung desselben sorgen.

**[0011]** Vorteilhaft kann das offenporige Material aus einem Metallschaum gebildet sein. Dieses weist eine genügende thermische Stabilität sowie mechanische

Stabilität auf und besitzt insbesondere als Material in der Nähe der Montagefläche eine genügende Wärmeleitfähigkeit, um die Wärme von der Montageseite hin zu den Kühlkanälen zu transportieren. Zusätzlich kann vorteilhaft vorgesehen werden, dass die Montageseite durch eine massive Bodenplatte des Kühlers gebildet wird. Hierdurch steht eine Wärmesenke zur Verfügung, die aufgrund ihrer Wärmekapazität auch bei Lastspitzen eine genügende Kühlung der elektronischen Komponente gewährleistet. Die Bodenplatte kann beispielsweise aus Kupfer gebildet sein, wobei die Wärme durch dieses Material vorteilhaft vergleichsweise schnell abgeleitet und an die Kühlkanäle weitergegeben werden kann (Effekt der Wärmespreizung). Der restliche Kühlkörper kann dabei aus einem anderen kostengünstigeren Material, wie beispielsweise Aluminium, gebildet werden. Alternativ ist es auch möglich, die Bodenplatte einstückig mit dem restlichen Kühlkörper herzustellen. Hierbei kann beispielsweise ein Verfahren zu additiven Fertigung zum Einsatz kommen (hierzu im Folgenden mehr).

**[0012]** Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung kann auch vorgesehen werden, dass der mindestens eine Kühlkamin durch einen Rohransatz verlängert ist, der auf der Auslassöffnung befestigt ist. Hierdurch lässt sich bei gleichzeitig vergleichsweise geringem Materialaufwand ein Kühlkamin mit einer größeren Höhe herstellen, wobei der Rohransatz den Kaminschacht des Kühlkamins verlängert, indem diese auf der Auslassöffnung befestigt wird. Bei dem Rohransatz kann es sich vorteilhaft um ein standardisiertes Bauteil oder beispielsweise auch ein abgelängtes Rohrstück handeln. Dieses kann mit dem Kühlkörper verschweißt, verklebt, verlötet oder verpresst werden. Diese Fügeverfahren sind vorteilhaft mit einem einfachen Montageschritt durchzuführen.

**[0013]** Außerdem wird die angegebene Aufgabe durch das eingangs angegebene Verfahren dadurch gelöst, dass der Kühlkörper mit einer hohlen Innenstruktur durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird. Dabei wird als Innenstruktur mindestens ein Kühlkamin erzeugt, welcher sich von der Montageseite weg erstreckt und zu einer Auslassöffnung in der Oberfläche des Kühlkörpers führt. Außerdem wird eine Vielzahl von Kühlkanälen mit im Vergleich zum Kühlkamin geringerem Querschnitt erzeugt, wobei diese von Einlassöffnungen in der Oberfläche des Kühlkörpers zum Kühlkamin führen. Die Anwendung eines additiven Fertigungsverfahrens hat den wesentlichen Vorteil, dass die Geometrie der Innenstruktur auf den entsprechenden Anwendungsfall angepasst werden kann. Es lassen sich bei gleichbleibendem Fertigungsaufwand beliebig komplexe Kanalstrukturen erzeugen, die vorteilhaft auch miteinander vernetzt sein können oder unterschiedliche Querschnitte aufweisen können. Beispielsweise ist es möglich, die Kühlkanäle so zu gestalten, dass diese baumartig ausgebildet sind. Von der Oberflä-

che des Kühlkörpers ausgehend vereinigen sich die einzelnen Kühlkanäle dann immer weiter zu einem Hauptkanal, der dann in den Kühlkamin mündet. Um Kühlluft ohne wesentliche Aufheizung in einen Bereich im Inneren des Kühlkörpers zu bringen, kann die baumartige Struktur der Kühlkanäle auch andersherum ausgebildet sein. Ein großer Kühlkanal führt von der Oberfläche des Kühlkörpers in den zu kühlenden Bereich des Kühlkörpers und verzweigt sich im Bereich des zu kühlenden Abschnitts des Kühlkörpers, um anschließend in den Kühlkamin zu münden.

**[0014]** Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass der Kühlkörper auf einer Bodenplatte hergestellt wird, die nach dem Beenden des additiven Herstellungsverfahrens einen Teil des Kühlkörpers bildet. Wie bereits erwähnt, kann es vorteilhaft sein, wenn der Kühlkörper eine massive Bodenplatte aufweist, die für den Effekt einer Wärmespreizung verwendet werden kann. Dies bedeutet, dass die von der zu kühlenden elektronischen Komponente ausgehende Wärme in der Bodenplatte durch den Effekt der Wärmeleitung schnell verteilt wird (Wärmespreizung), wobei vorteilhaft eine größere Oberfläche der Kühlkanäle für einen Wärmeübergang genutzt werden kann. Die Herstellung des Kühlkörpers direkt auf der Bodenplatte hat außerdem den Vorteil, dass die massive Bodenplatte nicht additiv hergestellt werden muss, wobei hierbei ein relativ hoher Fertigungsaufwand eingespart werden kann. Außerdem kann für die Bodenplatte ein für den Effekt der Wärmespreizung geeignetes Material, wie z. B. Kupfer verwendet werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass das Bauteil nach der Herstellung nicht von der Bauplattform abgetrennt werden muss, da die Bodenplatte selbst als Basis für den herzustellenden Kühlkörper dient und daher mit dieser verbunden bleiben kann.

**[0015]** Gemäß einer anderen Ausgestaltung des Verfahrens kann vorgesehen werden, dass die Kühlkanäle als offenporige Struktur hergestellt werden. Eine offenporige Struktur ist offenporig, d. h., dass die Kühlluft durch die miteinander verbundenen Poren strömen kann, die ein Kanalsystem bilden. Dabei stellen die Poren vorteilhaft eine vergleichsweise große Oberfläche für einen Wärmeübergang zur Verfügung. Für die Herstellung der offenporigen Struktur kann vorteilhaft ein selektives Lasersintern eingesetzt werden. Hierbei wird das pulverförmige Material mittels des Lasers nur soweit erwärmt, dass die Pulverpartikel miteinander versintern, wobei zwischen den Partikeln ein Kanalsystem ausgebildet wird, welches die offenporige Struktur darstellt. Vorteilhaft kann das selektive Lasersintern auch mit einem selektiven Laserschmelzen kombiniert werden, welches mit einer größeren Laserleistung durchgeführt werden kann, so dass die Pulverpartikel aufschmelzen. Auf diese Weise lässt sich in einer Anlage zum kombinierten Lasersintern und Laserschmelzen ein Kühlkörper herstel-

len, in dem sowohl massive Bereiche, wie z. B. eine Bodenplatte, als auch offenporige Bereiche zur Ausbildung der Kühlkanäle enthalten sind.

**[0016]** Eine andere Möglichkeit besteht vorteilhaft darin, dass die Kühlkanäle als dreidimensionales Gitter hergestellt werden. Das dreidimensionale Gitter hat vorteilhaft einen vergleichsweise geringen Strömungswiderstand für die das Gitter umströmende Kühlluft. Die Kühlkanäle werden dabei durch die miteinander verbundenen Zwischenräume zwischen den Gitterstrukturen gebildet. Das Gitter selbst ist dazu geeignet, in den Gitterstäben die Wärme in den Kühlkanal zu leiten, wobei diese über die Oberfläche der Gitterstäbe an die Kühlluft abgegeben wird.

**[0017]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn beim additiven Herstellen des Kühlkörpers Materialien mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit eingesetzt werden, wobei in der Montageseite näheren Bereichen des Kühlkörpers das Material mit einer höheren Wärmeleitfähigkeit und in den Montageseite fernerer Bereichen des Kühlkörpers das Material mit einer geringeren Wärmeleitfähigkeit verwendet wird. Der Vorteil der so ausgebildeten Struktur ist bereits beschrieben worden, so dass an dieser Stelle darauf verwiesen werden kann.

**[0018]** Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende Zeichnungselemente sind in den einzelnen Figuren jeweils mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert, wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben. Es zeigen:

**[0019]** Fig. 1 bis Fig. 3 verschiedene Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Kühlkörpers schematisch geschnitten,

**[0020]** Fig. 4 und Fig. 5 Aufsichten auf verschiedene Anordnungen von Auslassöffnungen von Kaminen und

**[0021]** Fig. 6 und Fig. 7 ausgewählte Fertigungsschritte eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens geschnitten.

**[0022]** In Fig. 1 ist eine elektronische Baugruppe **11** dargestellt, die zwei elektronische Komponenten **12** in Form von Bauelementen aufweist, die auf einem Schaltungsträger **13** montiert sind. Der Schaltungsträger **13** gemäß Fig. 1 ist eine Leiterplatte. Vorstellbar sind jedoch auch andere Formen von Schaltungsträgern, die beispielsweise durch ein MID-Gehäuse gebildet sein können (nicht dargestellt, MID bedeutet Moulded Interconnect Device).

**[0023]** Auf den elektronischen Komponenten **12** ist ein Kühlkörper **14** mit seiner Montageseite **15** aufge-

setzt und befestigt. Die Montageseite **15** wird durch eine Bodenplatte **16** gebildet, die einen Teil des Kühlkörpers **14** einnimmt. Außerdem ist auf der Bodenplatte **16** eine untere Lage **17** und auf dieser eine obere Lage **18** ausgebildet. Beide Lagen sind aus einem offenporigen Material wie z. B. einem Metallschaum hergestellt, wobei offene Poren **19** in **Fig. 1** angedeutet sind.

**[0024]** Die Poren **19** bilden Kühlkanäle **20** aus, von denen einer in **Fig. 1** exemplarisch dargestellt ist. Dieser Kühlkanal **20** verläuft von einer Einlassöffnung **21** in der Oberfläche **22** des Kühlkörpers **14** hin zu einem Kühlkamin **23**. In diesem sowie die weiteren Kühlkamine **23** münden neben dem dargestellten Kühlkanal **20** noch viele weitere Kühlkanäle, die durch das offenporige Material gebildet sind (in **Fig. 1** nicht dargestellt). Die Kühlkamine **23** erstrecken sich von der Montageseite **15** weg. Da die Montageseite **15** waagrecht ausgerichtet ist und nach unten zu den elektronischen Komponenten **12** weist, sind die Kühlkamine **23** senkrecht nach oben ausgerichtet. Sie münden in Auslassöffnungen **24**, in der die Oberseite des Kühlkörpers bildenden Oberfläche **22**, so dass die aufgrund des Kamineffekts aufsteigende Kühlluft aus dem Kühlkörper entweichen kann. Die Strömung der Kühlluft ist durch Pfeile in **Fig. 1** (sowie in **Fig. 2** und **Fig. 3**) angedeutet.

**[0025]** In **Fig. 2** ist eine andere Variante des Kühlkörpers **14** dargestellt. Dieser wurde mittels additiver Fertigungsverfahren (Laserschmelzen und Lasersintern, siehe auch Erläuterung der **Fig. 6** und **Fig. 7**) hergestellt. Daher ist der komplette Kühlkörper **25** einstückig ausgeführt. Er besteht aus verschiedenen Zonen, nämlich der Bodenplatte **16**, einem darüber liegenden Bereich mit Poren **19** und einem Rohransatz **26**, der den Kühlkamin **23** vergleichbar einem Schornstein verlängert. Vergleicht man diese Ausführung mit **Fig. 1**, so wird deutlich, dass in dem Bereich des Kühlkamins **23**, der durch die obere Lage **18** gebildet ist, Material eingespart werden kann. Dieser Bereich wird durch die Rohransätze **26** ersetzt.

**[0026]** Der Kühlkörper **25** ist in seiner Größe genau auf die elektronische Komponente **12** angepasst und auf diese aufgesetzt. Da die räumlichen Abmessungen einer einzelnen elektronischen Komponente vergleichsweise gering sind, kommt der Kühlkörper **14** mit einem Kühlkamin **23** aus. Die Anzahl der Kühlkamine, die in einem Kühlkörper **14** vorgesehen werden müssen, hängen im Wesentlichen von der Anforderung ab, dass die Kühlkanäle (gemäß **Fig. 2** durch die Poren **19** gebildet) eine bestimmte Länge nicht überschreiten dürfen.

**[0027]** In **Fig. 3** ist eine Variante des Kühlkörpers **14** zu erkennen, in der mehrere Rohransätze **26** und damit auch mehrere Kühlkamine **23** zum Einsatz kommen. Der Kühlkörper **14** gemäß **Fig. 3** ist durch La-

schmelzen hergestellt worden. Er weist als Bodenplatte **16** einen massiven Bereich auf, wobei auch auf der gegenüberliegenden Oberseite des Kühlkörpers **14** eine Deckplatte **27** ausgebildet ist. Bodenplatte **16** und Deckplatte **27** sind einstückig hergestellt, wobei diese Strukturen im Inneren des Kühlkörpers durch ein dreidimensionales Gitter **28** miteinander verbunden sind (in **Fig. 3** durch eine Kreuzschraffur angedeutet). Dieses dreidimensionale Gitter stellt gleichzeitig eine Kanalstruktur zur Verfügung, da die Kühlluft zwischen den einzelnen Streben des Gitters hindurch strömen kann und die Gitterstäbe dabei abkühlt.

**[0028]** Zu erkennen ist, dass die Kühlkamine bei Wahl eines additiven Herstellungsverfahrens mit verschiedenen Querschnitten ausgebildet sein können. So kann z. B., wie in **Fig. 3** dargestellt, der mittlere Kühlkamin eine flaschenartige Erweiterung **29** aufweisen, um die Länge der umgebenden Kühlkanäle zu beeinflussen. Hierdurch ist vorteilhaft eine effiziente Kühlung der Oberseite der Bodenplatte **16** möglich. Die beiden Kühlkamine **23**, die neben dem mittleren Kühlkanal **23** angeordnet sind, reichen nicht so tief in den Kühlkörper **14** hinein, so dass die Kühlluft von der Oberfläche **22** durch das Gitter **28** auch zum mittleren Kühlkamin **23** vordringen kann.

**[0029]** Die Deckplatte **27** dient neben einer Stabilisierung des Gitters **28** auch zur Aufnahme der Rohransätze **26**. Diese werden über eine Presspassung in den Kühlkörper **14** eingesetzt und reichen mit ihren stirnseitigen Enden direkt an das Gitter **28** heran.

**[0030]** In den **Fig. 4** und **Fig. 5** sind verschiedene Möglichkeiten einer gleichmäßigen Anordnung der Querschnitte der Kühlkamine angedeutet, wobei die dargestellten Anordnungen bei einer Aufsicht auf den Kühlkörper von oben zu erkennen wären. Gemäß **Fig. 4** weisen die Kühlkamine einen runden Querschnitt auf, wobei diese Querschnitte in einem quadratischen Raster **30** angeordnet sind (angedeutet durch strichpunktierte Linien). In **Fig. 5** ist ein dreieckiges Raster **30** gewählt worden, um die Kühlkanäle anzuordnen. Diese weisen einen Querschnitt auf, der einem regelmäßigen Sechseck entspricht. Damit sind die Wandstärken  $a$  zwischen benachbarten Kühlkaminen immer gleichgroß, so dass die zwischen diesen liegenden Kühlkanäle vergleichsweise konstante Längen aufweisen.

**[0031]** In den **Fig. 6** und **Fig. 7** sind zwei ausgewählte Schritte eines additiven Fertigungsverfahrens zur Herstellung des Kühlkörpers **14** dargestellt. Im Fertigungsschritt gemäß **Fig. 6** wird ein Lasersintern durchgeführt, während im Fertigungsschritt gemäß **Fig. 7** ein Laserschmelzen (dann entsteht ein mit **Fig. 3** vergleichbares Bauteil) oder ein Lasersintern mit unterschiedlichen Pulvern (dann entsteht ein mit **Fig. 1** vergleichbares Bauteil) durchgeführt wird. Die-

se beiden Prozessschritte können in derselben Anlage durchgeführt werden, von der exemplarisch nur eine Haltevorrichtung für ein Pulverbett **31** mit einer absenkbaren Bauplattform **32** und einer Seitenbegrenzung **33** zu erkennen ist. Das Pulverbett bildet jeweils eine Baulage auf dem herzustellenden Kühlkörper **14** aus, welche gemäß **Fig. 6** mit einem Laserstrahl **34** soweit erwärmt wird, dass es zu einem Sintern der Pulverpartikel kommt. Hierdurch entsteht die Lage **17** gemäß **Fig. 1** sukzessive aus einer Vielzahl von Baulagen, von denen in **Fig. 6** nur die erste bereits fertiggestellte und die zweite in Entstehung befindliche zu erkennen sind.

**[0032]** Für die Herstellung des Kühlkörpers **14** wird die Bauplattform **32** sukzessive um eine Baulagendicke abgesenkt, wobei gemäß **Fig. 6** die Bauplattform **32** nicht direkt zur Herstellung des Kühlkörpers verwendet wird, sondern lediglich als Unterlage für die Bodenplatte **16** verwendet wird, auf der das Pulvermaterial angeschmolzen wird. Nach Fertigstellung des Bauteils kann dieses daher ohne den sonst notwendigen Trennungsschritt von der Bauplatte **32** entfernt werden.

**[0033]** In **Fig. 7** ist zu erkennen, dass die untere Lage **17** (bestehend aus mehreren nicht dargestellten gesinterten Baulagen) fertiggestellt ist. Nun ist, wie in **Fig. 7** dargestellt, die erste Baulage für die obere Lage **18** (vgl. z. B. **Fig. 1**) des Kühlkörpers in Entstehung. Diese wird, wenn ein Bauteil gemäß **Fig. 1** gefertigt werden soll, ebenfalls durch Lasersintern hergestellt, wobei sich eine Porösität einstellt und aufgrund der Wahl des Materials eine geringere Wärmeleitfähigkeit für die obere Lage **18** gegeben ist als für die untere Lage **17**. Eine nicht dargestellte Modifikation des Verfahrens gemäß **Fig. 7** sieht vor, dass die untere Lage **17** durch Laserschmelzen als Gitter **28** gemäß **Fig. 3** hergestellt wird. Die aktuell herzustellende Lage würde dann ebenfalls durch Laserschmelzen hergestellt, um die Deckplatte **27** zu fertigen.

**[0034]** Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die untere Lage **17** porös herzustellen, wie zu **Fig. 6** beschrieben. Der in **Fig. 7** dargestellte Fertigungsschritt kann dann durch einen Wechsel des Verfahrens von Lasersintern zu Laserschmelzen dafür genutzt werden, auf der offenporigen unteren Lage **17** eine Deckplatte **27** (vgl. **Fig. 3**) herzustellen (nicht dargestellt).

**[0035]** Als additive Fertigungsverfahren im Sinne dieser Anmeldung sollen Verfahren verstanden werden, bei denen das Material, aus dem ein Bauteil hergestellt werden soll, dem Bauteil während der Entstehung hinzugefügt wird. Dabei entsteht das Bauteil bereits in seiner endgültigen Gestalt oder zumindest annähernd in dieser Gestalt. Das Baumaterial kann beispielsweise pulverförmig oder flüssig sein, wobei durch das additive Fertigungsverfahren das Material

zur Herstellung des Bauteils chemisch oder physikalisch verfestigt wird.

**[0036]** Um das Bauteil herstellen zu können, werden das Bauteil beschreibende Daten (CAD-Modell) für das gewählte additive Fertigungsverfahren aufbereitet. Die Daten werden in Anweisungen für die Fertigungsanlage umgewandelt, damit in dieser die geeigneten Prozessschritte zur sukzessiven Herstellung des Bauteils ablaufen können.

**[0037]** Als Beispiele für das additive Fertigen können das selektive Lasersintern (auch SLS für Selective Laser Sintering), das Selektive Laserschmelzen (auch SLM für Selective Laser Melting), das Elektronenstrahlschmelzen (auch EBM für Electron Beam Melting), das Laserschweißen (auch LMD für Laser Metal Deposition), das Kaltgasspritzen (auch GDCS für Gas Dynamic Cold Spray) genannt werden. Diese Verfahren eignen sich insbesondere zur Verarbeitung von metallischen Werkstoffen in Form von Pulvern, mit denen Konstruktionsbauteile hergestellt werden können.

**[0038]** Beim SLM, SLS und EBM werden die Bauteile lagenweise in einem Pulverbett hergestellt. Diese Verfahren werden daher auch als pulverbettbasierte additive Fertigungsverfahren bezeichnet. Es wird jeweils eine Lage des Pulvers in dem Pulverbett erzeugt, die durch die Energiequelle (Laser oder Elektronenstrahl) anschließend in denjenigen Bereichen lokal aufgeschmolzen oder gesintert wird, in denen das Bauteil entstehen soll. So wird das Bauteil sukzessive lagenweise erzeugt und kann nach Fertigstellung dem Pulverbett entnommen werden.

**[0039]** Beim LMD und GDCS werden die Pulverteilchen direkt der Oberfläche zugeführt, auf der ein Materialauftrag erfolgen soll. Beim LMD werden die Pulverpartikel durch einen Laser direkt in der Auftreffstelle auf der Oberfläche aufgeschmolzen und bilden dabei eine Lage des zu erzeugenden Bauteils. Beim GDCS werden die Pulverpartikel stark beschleunigt, so dass sie vorrangig aufgrund ihrer kinetischen Energie bei gleichzeitiger Verformung auf der Oberfläche des Bauteils haften bleiben.

**[0040]** GDCS und SLS haben das Merkmal gemeinsam, dass die Pulverteilchen bei diesen Verfahren nicht vollständig aufgeschmolzen werden. Beim GDCS erfolgt ein Aufschmelzen höchstens im Randbereich der Pulverpartikel, die aufgrund der starken Verformung an ihrer Oberfläche anschmelzen können. Beim SLS wird bei Wahl der Sintertemperatur darauf geachtet, dass diese unterhalb der Schmelztemperatur der Pulverpartikel liegt. Demgegenüber liegt beim SLM, EBM und LMD der Energieeintrag betragsmäßig bewusst so hoch, dass die Pulverpartikel vollständig aufgeschmolzen werden.

### Patentansprüche

1. Kühlkörper mit einer Montageseite (15) für eine elektronische Komponente, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- in dem Kühlkörper mindestens ein Kühlkamin (23) verläuft, welcher sich von der Montageseite (15) weg erstreckt und zu einer Auslassöffnung (24) in einer Oberfläche des Kühlkörpers führt,
- in dem Kühlkörper eine Vielzahl von Kühlkanälen (20) mit im Vergleich zum Kühlkamin (23) geringerem Querschnitt verläuft, die von Einlassöffnungen (21) in der Oberfläche des Kühlkörpers zum Kühlkamin (23) führen.

2. Kühlkörper nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Kühlkamine (23) parallel zueinander in dem Kühlkörper verlaufen.

3. Kühlkörper nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Kühlkamin (23) senkrecht zur Ausrichtung der Montageseite (15) verläuft.

4. Kühlkörper nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlkanäle (20) durch ein offenporiges Material oder ein dreidimensionales Gitter gebildet werden.

5. Kühlkörper nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das offenporige Material mehrlagig aufgebaut ist, wobei eine der Montageseite (15) nähere Lage (17) eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist, als eine von der Montageseite (15) weiter entfernte Lage (18).

6. Kühlkörper nach einem der Ansprüche 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das offenporige Material aus einem Metallschaum gebildet ist.

7. Kühlkörper nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Montageseite durch eine massive Bodenplatte (16) gebildet wird.

8. Kühlkörper nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Kühlkamin (23) durch einen Rohransatz (26) verlängert ist, der auf der Auslassöffnung (24) befestigt ist.

9. Verfahren zum Erzeugen eines Kühlkörpers (14) mit einer Montageseite (15) für eine elektronische Komponente, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkörper (14) mit einer hohlen Innenstruktur durch ein additives Fertigungsverfahren hergestellt wird, wobei als Innenstruktur

- mindestens ein Kühlkamin (23) erzeugt wird, welcher sich von der Montageseite (15) weg erstreckt und zu einer Auslassöffnung (24) in einer Oberfläche des Kühlkörpers (14) führt,
- eine Vielzahl von Kühlkanälen (20) mit im Vergleich zum Kühlkamin (23) geringerem Querschnitt erzeugt werden, wobei diese Einlassöffnungen (21) in der Oberfläche des Kühlkörpers zum Kühlkamin (23) führen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kühlkörper (14) auf einer Bodenplatte (16) hergestellt wird, die nach dem Beenden des additiven Herstellungsverfahrens einen Teil des Kühlkörpers bildet.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlkanäle (20) als offenporige Struktur hergestellt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Herstellen der offenporigen Struktur ein selektives Lasersintern eingesetzt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlkanäle (20) als dreidimensionales Gitter (28) hergestellt werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim additiven Herstellen des Kühlkörpers (14) Materialien mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit eingesetzt werden, wobei in der Montageseite (15) näheren Bereichen des Kühlkörpers (15) das Material mit einer höheren Wärmeleitfähigkeit und in der Montageseite (15) ferneren Bereichen des Kühlkörpers (15) das Material mit einer geringeren Wärmeleitfähigkeit verwendet wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

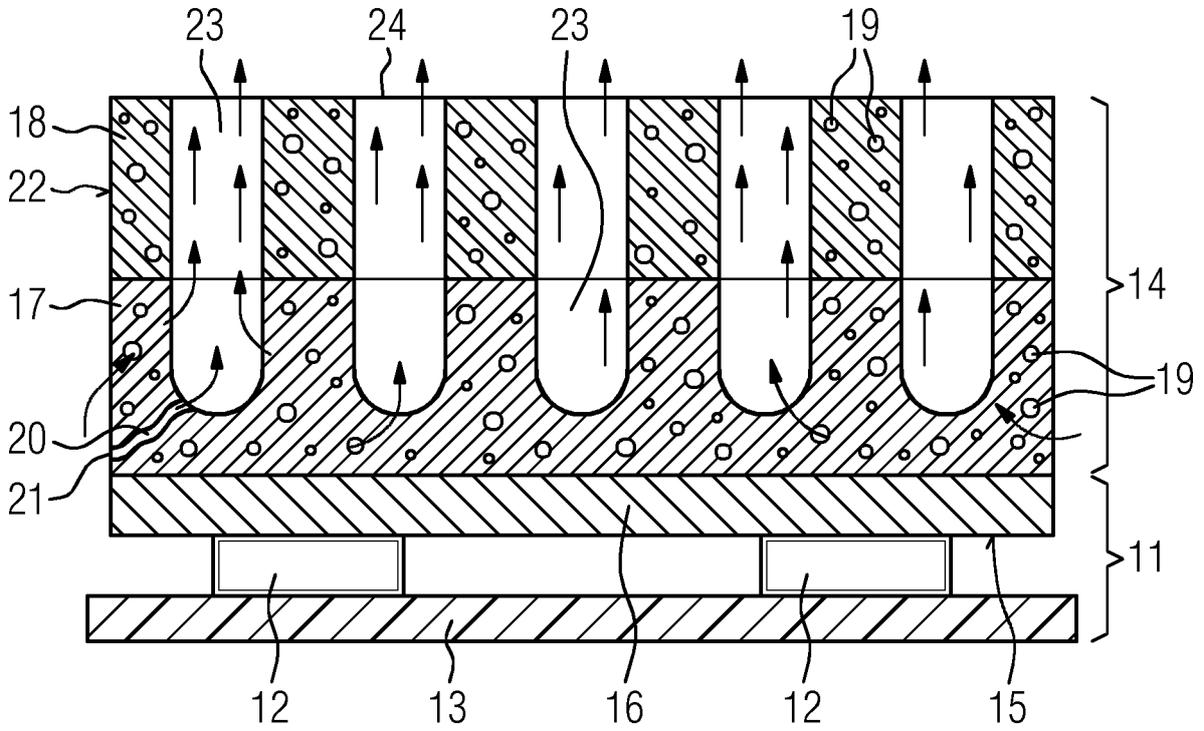


FIG 2

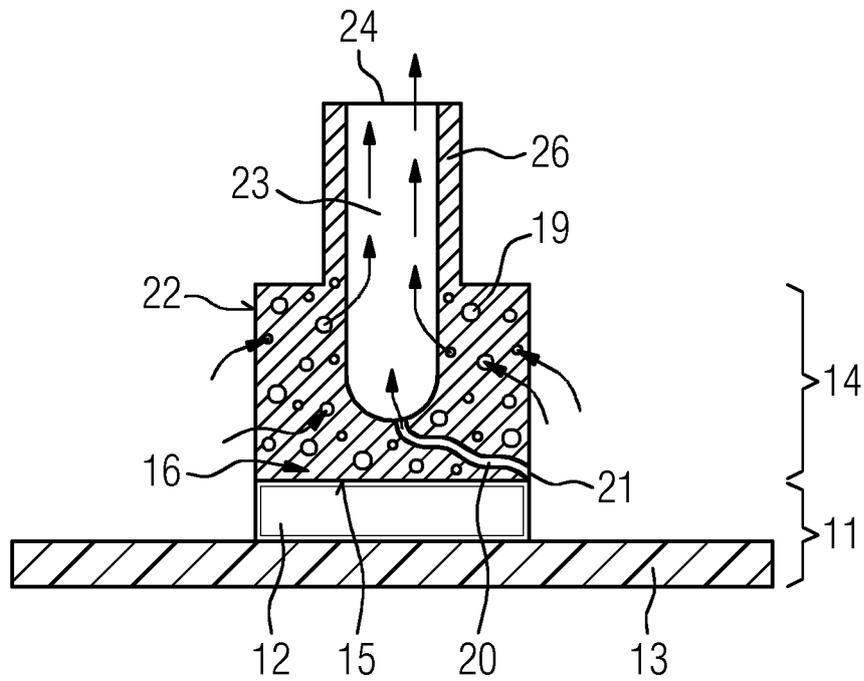


FIG 3

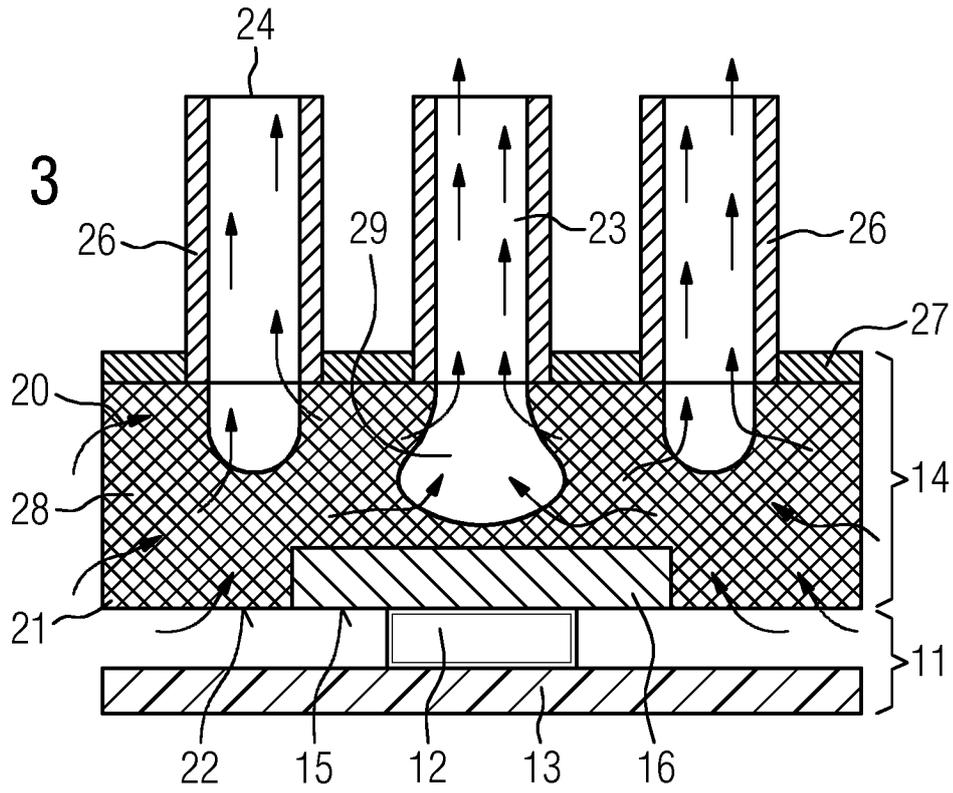


FIG 4

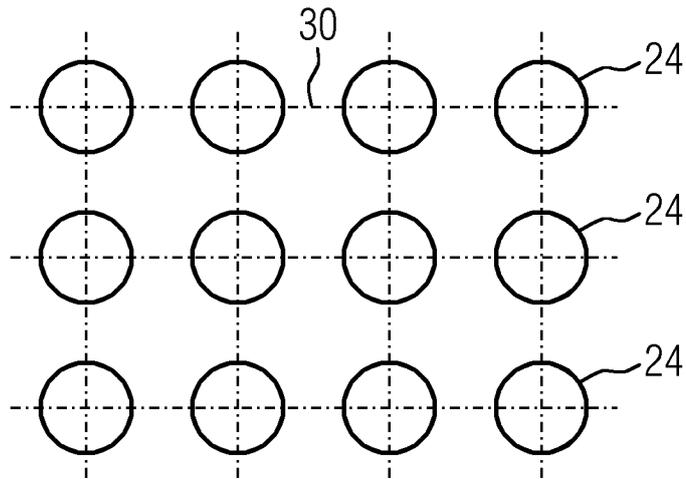


FIG 5

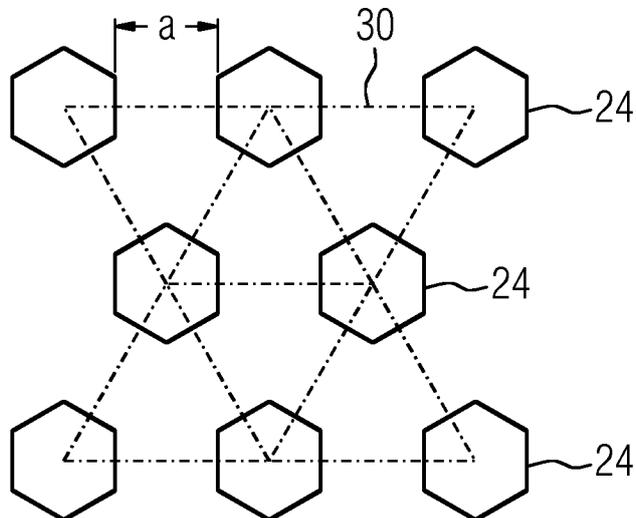


FIG 6

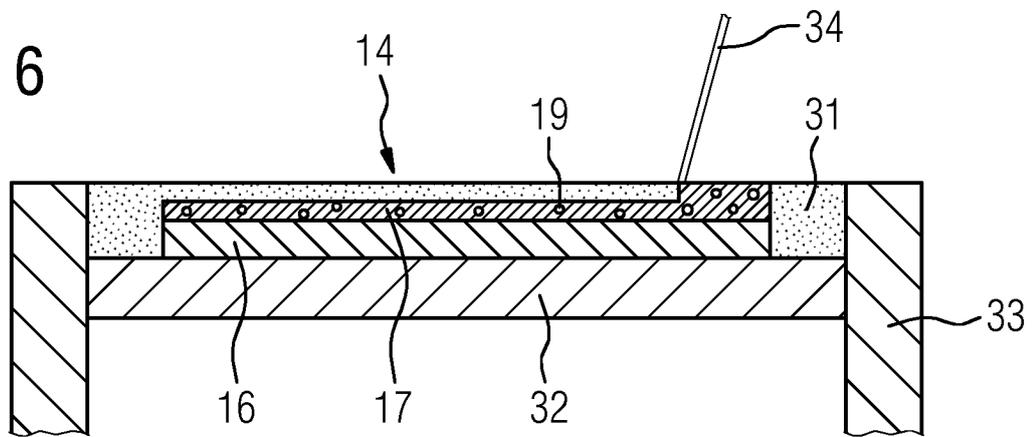


FIG 7

