

(19)



(11)

EP 3 182 794 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2017 Patentblatt 2017/25

(51) Int Cl.:
H05B 3/14 (2006.01) H05B 3/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16203541.4**

(22) Anmeldetag: **12.12.2016**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

- **Köbrich, Holger**
76703 Kraichtal-Gochsheim (DE)
- **Mandl, Matthias**
75015 Bretten (DE)
- **Mühlwinkel, Roland**
75015 Bretten (DE)
- **Robin, Bernd**
76703 Kraichtal (DE)
- **Schmieder, Manuel**
75038 Oberderdingen (DE)
- **Suß, Alfred**
75015 Bretten (DE)
- **Tafferner, Michael**
76316 Malsch (DE)

(30) Priorität: **18.12.2015 DE 102015226053**

(71) Anmelder: **E.G.O. Elektro-Gerätebau GmbH**
75038 Oberderdingen (DE)

(72) Erfinder:
• **Block, Volker**
75015 Bretten (DE)
• **Eigl, Sebastian**
75015 Bretten (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte**
Ruff, Wilhelm, Beier, Dauster & Partner mbB
Kronenstraße 30
70174 Stuttgart (DE)

(54) **HEIZEINRICHTUNG MIT EINEM TRÄGER UND VERFAHREN ZU IHRER HERSTELLUNG**

(57) Eine Heizeinrichtung weist einen Träger und einen auf dem Träger angeordneten flächigen elektrischen Heizleiter auf, der zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss verläuft, wobei der mindestens eine Heizleiter als Heizleitermaterial kohlenstoffbasiertes Material aufweist. Eine Heizleiterdicke zwischen den

elektrischen Anschlüssen kann zumindest teilweise variieren und nicht konstant sein zur Anpassung einer örtlich vorliegenden Heizleistung. Zusätzlich kann der Heizleiter entweder rechteckig und kurz oder kreisringförmig sein.

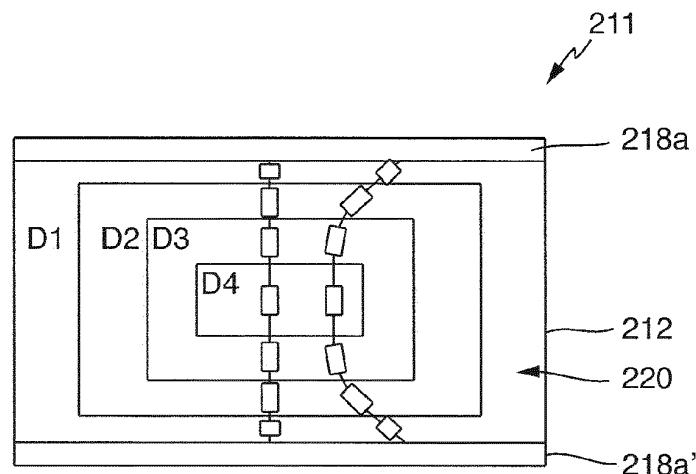


Fig. 3A

EP 3 182 794 A1

Beschreibung

Anwendungsgebiet und Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Heizeinrichtung mit einem Träger und mit mindestens einem auf dem Träger angeordneten flächigen elektrischen Heizleiter sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Heizeinrichtung.

[0002] Solche Heizeinrichtungen sind vielfach bekannt, insbesondere auch mit sogenannten Dickschicht-Heizleitern.

Aufgabe und Lösung

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine eingangs genannte Heizeinrichtung sowie ein Verfahren zu deren Herstellung zu schaffen, mit denen Probleme des Standes der Technik gelöst werden können und es insbesondere möglich ist, eine Heizeinrichtung zweckmäßig anzupassen an bestimmte Verwendungen und exakt vorgegebene Einbau- bzw. Betriebsverhältnisse.

[0004] Gelöst wird diese Aufgabe durch eine Heizeinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 14 oder des Anspruchs 15. Vorteilhafte sowie bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der weiteren Ansprüche und werden im Folgenden näher erläutert. Dabei werden manche der Merkmale nur für die Heizeinrichtung oder nur für ein Verfahren zu ihrer Herstellung beschrieben. Sie sollen jedoch unabhängig davon sowohl für die Heizeinrichtung als auch für ein Herstellungsverfahren selbständig gelten können. Der Wortlaut der Ansprüche wird durch ausdrückliche Bezugnahme zum Inhalt der Beschreibung gemacht.

[0005] Es ist vorgesehen, dass die Heizeinrichtung einen Träger und mindestens einen flächigen elektrischen Heizleiter aufweist, der auf diesem Träger angeordnet ist, vorteilhaft in Schichtaufbau bzw. als Schicht, insbesondere als Dickschicht. Der Heizleiter verläuft dabei zwischen einem ersten elektrischen Anschluss und einem zweiten elektrischen Anschluss. Als Heizleitermaterial weist der mindestens eine Heizleiter Kohlenstoffbasiertes Material auf, beispielsweise in einer einfachen Ausgestaltung Graphit mit einem sehr hohen Anteil.

[0006] In einer grundsätzlichen möglichen Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass im Verlauf eines kürzesten Wegs zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss dieser kürzeste Weg durch den Heizleiter bzw. durch das Heizleitermaterial verläuft. Vorteilhaft ist dieser kürzeste Weg eine Gerade oder ein Kreisabschnitt, insbesondere eine exakte Gerade oder ein exakter Kreisabschnitt. Dieser kürzeste Weg verläuft durch den Heizleiter und in diesem kürzesten Weg ist keine Flächenunterbrechung des Heizleiters vorgesehen bzw. kein Einschnitt in den Heizleiter. Bevorzugt weist der Heizleiter eine geometrische Grundform als Rechteck, Trapez oder Kreis bzw. Kreisringabschnitt auf.

[0007] Durch diese Definition kann erreicht werden, dass ein im Wesentlichen flächiger Heizleiter geschaffen werden kann, wobei mit mehreren solchen Heizleitern ein flächiger Träger gut belegt werden kann. Unter Umständen kann bereits ein einziger solcher flächiger Heizleiter reichen, um einen einzigen Träger flächig zu beheizen, so dass ein Träger nur einen einzigen Heizleiter aufweist.

[0008] Gemäß einem vorteilhaften Grundgedanken der Erfindung, welcher mit der vorgenannten grundsätzlichen Ausgestaltung kombiniert sein kann, aber auch unabhängig davon vorliegen kann, variiert eine Heizleiterdicke zwischen den elektrischen Anschlüssen zumindest teilweise und ist somit nicht überall gleich bzw. konstant. Vorteilhaft variiert diese Heizleiterdicke um einen Faktor von 0,01 bis 20, die größte Heizleiterdicke kann also um 1% bis 2000% über der geringsten Heizleiterdicke liegen. Dabei wird diese Heizleiterdicke vorteilhaft in einem Bereich gemessen, wo der Heizleiter nur über dem Träger verläuft und beispielsweise nicht auf einen der Anschlüsse überlappt zur elektrischen Kontaktierung. Absolut gesehen kann eine Heizleiterdicke etwa 20 µm bis 70 µm betragen, also um den Faktor 3 bis 5 über der Heizleiterdicke eines Heizleitermaterials mit Edelmetall liegen.

[0009] In einer ersten Ausgestaltung der Erfindung kann der Heizleiter in der Draufsicht oder in einer Abwicklung rechteckig ausgebildet sein. Insbesondere kann die Länge des Heizleiters zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss 10% bis 250% der Breite des Heizleiters in Querrichtung zu dieser Länge entsprechen, vorteilhaft 50% bis 200%. Der Heizleiter ist also weniger eine langgestreckte Bahn, sondern eine eher kurze Bahn mit einer eher gedrungenen Form. Somit ist es möglich, dass ein Träger, insbesondere auch ein rechteckiger oder angenähert rechteckiger Träger, mit nur einem einzigen rechteckigen Heizleiter belegt ist und von diesem zwischen 30% und 95%, vorzugsweise zwischen 50% und 70%, bedeckt ist.

[0010] Bei der Erfindung kann bei einem solchen rechteckigen Heizleiter eine Verringerung oder eine Erhöhung der Heizleiterdicke in einem Mittelbereich vorgesehen sein. Dadurch kann hier bereichsweise eine erhöhte oder verringerte Heizleistung bewirkt werden entsprechend der Änderung der Heizleiterdicke. Somit ist es eben in Anpassung an die eingangs genannte gewünschte Funktion einer örtlichen Anpassung der Heizleistung möglich, dies auch bei einem flächigen Heizleiter bzw. in einer vollständig von einem Heizleiter überdeckten Fläche zu erreichen. Die Ausdehnung eines solchen Bereichs mit einer Verringerung oder einer Erhöhung der Heizleiterdicke kann relativ gering sein und beispielsweise 1% bis 20% einer Länge und/oder Breite des Heizleiters entsprechen. Sie kann aber auch noch größer sein. Des Weiteren ist es möglich, mehrere solcher Bereiche mit veränderter Heizleiterdicke vorzusehen, und zwar verteilt bzw. getrennt voneinander.

[0011] Des Weiteren ist es möglich, einen Bereich mit

einer veränderten Heizleiterdicke nahe einem Rand oder direkt an einem Rand des Heizleiters vorzusehen. So können auch hier unterschiedliche Flächenheizleistungen bzw. im Ergebnis unterschiedliche Temperaturen bewirkt werden.

[0012] Eine Verringerung oder eine Erhöhung der Heizleiterdicke kann ganz allgemein vorteilhaft gleichmäßig bzw. streng monoton stetig sein. Dies bedeutet, dass Stufen bzw. eine stufenartige oder sprungartige Veränderung der Heizleiterdicke vermieden werden sollten, vorteilhaft zumindest bei einem rechteckigen Heizleiter. Dies bewirkt dann nämlich lokal stark unterschiedliche Stromdichten und Temperaturverteilungen.

[0013] Auf eine Fläche des Trägers bezogene unterschiedliche Temperaturverteilungen können beispielsweise bei der Erwärmung von an dem Träger vorbeiströmenden Medien wie Wasser odgl. erwünscht sein. Dadurch kann dann eben ein optimaler Temperaturübergang entlang der Wasserströmung an dem Träger erreicht werden, so dass das vorbeiströmende Wasser möglichst gut erwärmt wird.

[0014] In einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung kann der mindestens eine Heizleiter in der Draufsicht oder in einer Abwicklung als Kreisringabschnitt oder als ganzer Kreisring ausgebildet sein. Vorteilhaft ist er dabei nicht nur irgendwie gebogen, sondern verläuft entlang eines geometrischen Kreises. Besonders vorteilhaft sind Innenbiegung und Außenbiegung dabei als Kreisringe ausgebildet bzw. verlaufen entlang von Kreisringen. Während für flache Träger sowohl die vorgenannte rechteckige Form als auch hier die Kreisringabschnittform leicht vorstellbar sind, soll dies für gewölbte Träger, insbesondere auch Trägerrohre, so sein, dass die Rechteckform oder die Kreisform in der abgewinkelten Darstellung oder Abwicklung gegeben ist, also in der abgewinkelten Form eines Trägerrohrs, welches dann eben in der Betrachtung ein flaches flächiges Stück ist. In weiterer Ausbildung der Erfindung kann auch ein frei und unterschiedlich bzw. ungleichmäßig gewölbter Träger vorgesehen sein, auf den mit einem geeigneten Auftragverfahren das Material für den Heizleiter aufgebracht wird.

[0015] Bei einem Heizleiter als Kreisring oder Kreisringabschnitt kann in einer ersten Ausgestaltung vorgesehen sein, dass der erste Anschluss und der zweite Anschluss im Wesentlichen radiale Erstreckung aufweisen in Bezug auf die Kreisform des Heizleiters. Der mindestens eine Heizleiter zwischen den Anschlüssen verläuft dann eben in Umfangsrichtung vom einen Anschluss zum anderen. Dies gilt auch für den Stromfluss, der vorteilhaft im Wesentlichen, besonders vorteilhaft genau, auch in Umfangsrichtung verläuft. Dabei kann eine Breite des Heizleiters im Verlauf zwischen den Anschlüssen gleich bleiben. Eine Heizleiterdicke kann zumindest entlang der Umfangsrichtung, also entlang des Bogens, den der kreisringabschnittförmige Heizleiter zurücklegt, im Wesentlichen auch gleich bleiben, sie könnte aber auch leicht variieren um 1% bis 20%. Entsprechend vorteilhaft kann die Heizleiterdicke auch entlang eines Stromflusses

zwischen den Anschlüssen im Wesentlichen gleich bleiben oder konstant sein. In einer radialen Richtung kann die Heizleiterdicke sich vorteilhaft verändern, insbesondere von radial innen nach radial außen zunehmen. Dabei kann die Heizleiterdicke im Wesentlichen linear zunehmen von radial innen nach radial außen.

[0016] Eine Ausbildung der Heizleiterdicke kann hier, wie allgemein für die gesamte Erfindung geltend, einerseits so sein, dass die Heizleistungserzeugung überall gleich ist und somit auch die Temperaturverteilung am Heizleiter bzw. an der Heizeinrichtung. Alternativ können in einem inneren Bereich bzw. Mittelbereich oder in einem äußeren Bereich bzw. Randbereich höhere Temperaturen durch höhere Heizleistungen bewirkt werden ebenso wie niedrigere Temperaturen. Dazu kann die Heizleiterdicke entsprechend verändert werden, also entweder verringert werden oder erhöht werden.

[0017] In einer zweiten Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, dass der erste Anschluss und der zweite Anschluss im Wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufen, wobei ein Anschluss innen verläuft und ein Anschluss außen verläuft. Dabei sind die Anschlüsse vorteilhaft konzentrisch zueinander. Ein Stromfluss zwischen den beiden Anschlüssen verläuft dann in radialer Richtung. Vorteilhaft ist der Heizleiter so ausgebildet, dass ein Strom ausschließlich in radialer Richtung vom einen Anschluss zum anderen verläuft. Die Anschlüsse und auch der Heizleiter können voll umlaufende Kreisringe sein, was jedoch nicht zwingend ist.

[0018] Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung kann sich die Heizleiterdicke entlang eines Stromflusses bzw. Strompfads zwischen den beiden Anschlüssen ändern. Die Heizleiterdicke sollte sich also in radialer Richtung verändern, entweder monoton zunehmen oder monoton abnehmen. Diese Änderung sollte vorteilhaft so erfolgen, dass wiederum die erzeugte Flächenleistung bzw. Temperatur weitgehend gleich ist, insbesondere überall gleich ist. Besonders vorteilhaft nimmt die Heizleiterdicke von innen nach außen ab, um eine in etwa gleichbleibende Heizleistung und somit Temperaturerzeugung zu bewirken.

[0019] Grundsätzlich gilt allgemein, dass eine Veränderung der Heizleiterdicke auch in Sprüngen bzw. in Stufen erfolgen kann. Dies kommt beispielsweise dadurch, dass der Heizleiter in einem mehrstufigen Schichtaufbau auf dem Träger hergestellt wird, um so die unterschiedlichen Heizleiterdicken zu erzeugen. Dabei wird eine Schicht von Heizleitermaterial auf die vorhergehende aufgebracht und dort, wo eine erhöhte Heizleiterdicke gewünscht ist, werden bereichsweise einfach mehr Schichten aufgebracht. Für ein solches erfindungsgemäßes Verfahren können verschiedene Auftragverfahren angewendet werden, beispielsweise Drucken, insbesondere Siebdruck, Sprühen, Spritzen, Inkjet-Verfahren oder Aufschleudern. Auch Kombinationen davon sind allgemein möglich. Nach jedem Auftragen einer Schicht kann ein Trocknen des Heizleitermaterials erfolgen, evtl. sogar ein Aushärten bzw. Einbrennen. Wegen des da-

durch entstehenden hohen Aufwands wird üblicherweise nur ein Trocknungsvorgang vorgenommen. Ein Einbrennen odgl. zur Fertigstellung erfolgt nur einmal ganz am Ende nach Fertigstellung des Heizleiters. Dabei ist es grundsätzlich möglich, dass die Schichten jeweils unterschiedlich dick sind, wobei sie vorteilhaft jeweils gleich dick sind.

[0020] Durch das beschriebene Auftragen der einzelnen Schichten des Heizleiters durch ein flächenmäßiges Auftragverfahren ist es, vor allem bei Verfahren wie Drucken oder Siebdruck und Inkjet-Verfahren kaum zu vermeiden, dass die Heizleiterdicke eben sprunghaft bzw. in Stufen ansteigt. Bei Verfahren wie Sprühen, Spritzen oder Aufschleudern ist eine gleichmäßige Zunahme der Heizleiterdicke noch eher möglich.

[0021] In einer Ausbildung der Erfindung kann eine Veränderung der Heizleiterdicke streng monoton erfolgen, so dass weder Sprünge noch sonstige schlagartige Veränderungen der Heizleiterdicke vorliegen. Eine solche Veränderung ist eben vorteilhaft gleichmäßig. Dadurch können, wie eingangs genannt, lokal deutlich unterschiedliche Stromflüsse und somit auch Temperaturverteilungen vermieden werden. Hierzu ist es möglich, dass gemäß einem anderen erfindungsgemäßen Verfahren bereichsweise Heizleitermaterial eines fertigen Heizleiters entfernt bzw. abgetragen wird. So kann eine unterschiedliche bzw. beeinflussbare Heizleiterdicke erzielt werden.

[0022] Ein solches abtragendes Verfahren kann ein Abschleifen, Abkratzen, Sandstrahlen bzw. Abstrahlen oder ein Laser-Verfahren bzw. Laserstrahlen sein. Auch Kombinationen davon sind allgemein möglich. Aufgebracht werden kann das Material des Heizleiters in mehreren Schichten durch ein vorbeschriebenes Verfahren in einem mehrstufigen Schichtaufbau. In Bereichen erhöhter Heizleiterdicke sind dann einfach mehr Schichten aufgetragen als in Bereichen mit verringerter Heizleiterdicke. Durch einen beschriebenen Abtrag von Heizleitermaterial können lokal unterschiedliche Heizleiterdicken erreicht werden. Hierfür eignet sich, insbesondere für ein großflächiges Verfahren, vor allem eben ein Abschleifen oder Abstrahlen. Ein solcher Abtrag von Heizleitermaterial kann auf alle Fälle flächig verteilt sein und entweder bereichsweise unterschiedlich sein oder aber gleichmäßig sein. So können beispielsweise die zuvor genannten unterschiedlichen Heizleiterdicken nicht im aufbauenden Verfahren erzielt werden, sondern nur in einem abtragenden Verfahren. Dies weist gegenüber einem auftragenden Verfahren möglicherweise den Vorteil auf, dass erheblich leichter vergleichmäßigte und sprung- oder stufenfreie Veränderungen der Heizleiterdicke erreicht werden können. Des Weiteren ist es mit einem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, einen Abgleich des Heizleiters auf einen genauen Widerstandswert vorzunehmen, so dass er eine exakt definierte Leistung erzeugt. Durch ein solches Abtragen bzw. Entfernen des Heizleitermaterials kann viel besser als durch sonst gebräuchliche Einschnitte oder komplette Entfernung be-

stimmter Flächenbereiche ein viel geringerer Eingriff in die flächige Leistungserzeugung erfolgen.

[0023] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist es möglich, dass eine Breite des Heizleiters zwischen den beiden elektrischen Anschlüssen zumindest teilweise variiert, vorteilhaft um 5% bis 20%. Auch dadurch kann im Prinzip eine Heizleistungsverteilung und somit Temperaturverteilung auf den Heizleiter bezogen erreicht werden, allerdings nur in sehr großflächigem Maßstab bzw. eigentlich nur auf die gesamte Breite des Heizleiters bezogen. Insofern ist diese Maßnahme der Variation des Heizleiters weniger gut geeignet für die eingangs genannten, eher kleinflächigen Veränderungen der Heizleiterdicke.

[0024] Als Kohlenstoff-basiertes Heizleitermaterial können verschiedene Materialien verwendet werden, insbesondere neben dem eingangs genannten Graphit noch Carbon-Nanotubes, Fullerene, amorpher Kohlenstoff oder Graphen. Weitere mögliche Kohlenstoff-basierte Materialien für das Heizleitermaterial sind Kohlenstoff-Fasern, Glaskohlenstoff, Ruß,

[0025] Aerographit und nicht-graphitischer Kohlenstoff. Vor allem Graphit, Carbon-Nanotubes und Fullerene werden als relativ vielversprechend angesehen.

[0026] In vorteilhafter weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist das Heizleitermaterial frei von Edelmetall bzw. weist kein teures Edelmetall auf. Neben dadurch möglichen Kosteneinsparungen kann ein weiterer großer Vorteil realisiert werden, dass nämlich ein solches Heizleiter aus diesem kohlenstoffbasierten Heizleitermaterial bei deutlich geringeren Temperaturen als üblich hergestellt werden kann. Üblicherweise wird das Heizleitermaterial für derartige Heizleiter, auch aus dem Stand der Technik mit Edelmetall, in Form einer Paste aufgebracht, wobei diese Paste je nach Aufbringungsart mal dickflüssiger und mal dünnflüssiger sein kann. Hier kann eine Sol-Gel-Paste oder ein Sol-Gel-System verwendet werden, die das Widerstandsmaterial enthalten, also beispielsweise das Graphit, und für das jeweilige Auftragverfahren geeignet sind. Es sollte mindestens so viel Kohlenstoff in der Paste bzw. dem System enthalten sein, dass dann nach dem Verarbeiten als Heizleiter durch Trocknen und Einbrennen dieser zu mindestens 50% aus Kohlenstoff besteht, vorteilhaft sogar noch mehr, beispielsweise 80% bis 90%. Somit wird eine hohe elektrische Leitfähigkeit als Flächenwiderstand erreicht. Ein Flächenwiderstand des Heizleitermaterials kann zwischen $20 \Omega/\square$ bis $400 \Omega/\square$ betragen, vorzugsweise $30 \Omega/\square$ bis $250 \Omega/\square$. Derartige Heizleitermaterialien und Sol-Gel-Pasten oder Sol-Gel-Systeme sind allgemein bekannt. Ein Flächenwiderstand eines Heizleitermaterials, das Edelmetall enthält, liegt üblicherweise im Bereich von unter $1 \Omega/\square$, ist also erheblich geringer.

[0027] Der weitere Vorteil ist der, dass die Temperaturen zum Einbrennen des Heizleitermaterials viel niedriger sind als für Heizleitermaterial mit Edelmetall. Für Heizleitermaterial mit Edelmetall betragen sie etwa 800°C , für das hier verwendete kohlenstoffbasierte Heiz-

leitematerial betragen sie etwa 400°C. Dies ermöglicht zum Einen eine große Energieeinsparung, weil das Einbrennen bekanntermaßen lange dauert, in der Regel im Bereich einer Stunde. Zum Anderen ist die thermische und letztlich auch die mechanische Belastung der Heizeinrichtung geringer, insbesondere des Trägers. Somit können evtl. einfachere Isolierschichten verwendet werden oder andere Materialien mit geringeren Anforderungen an Temperaturfestigkeit.

[0028] Beim Auftragen des Heizleitermaterials durch Sprühen, Spritzen, Inkjet oder Aufschleudern können Masken, Schablonen odgl. verwendet werden.

[0029] In einer weiteren möglichen Ausgestaltung der Erfindung kann der Heizleiter insgesamt einen negativen Temperaturkoeffizienten seines Widerstands aufweisen, insbesondere wegen eines Graphitanteils. Dann sinkt der elektrische Widerstand mit der Temperatur und damit steigt die darin umgesetzte Leistung.

[0030] Diese und weitere Merkmale gehen außer aus den Ansprüchen auch aus der Beschreibung und den Zeichnungen hervor, wobei die einzelnen Merkmale jeweils für sich allein oder zu mehreren in Form von Unterkombinationen bei einer Ausführungsform der Erfindung und auf anderen Gebieten verwirklicht sein und vorteilhafte sowie für sich schutzfähige Ausführungen darstellen können, für die hier Schutz beansprucht wird. Die Unterteilung der Anmeldung in Zwischen-Überschriften und einzelne Abschnitte beschränkt die unter diesen gemachten Aussagen nicht in ihrer Allgemeingültigkeit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0031] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen schematisch dargestellt und werden im Folgenden näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine Draufsicht auf eine erfindungsgemäße Heizeinrichtung mit zwei rechteckigen Heizleitern darauf,
- Fig. 2 eine alternative Heizeinrichtung mit einem quadratischen Träger und acht Heizleitern darauf,
- Fig. 3A eine Draufsicht auf einen einzigen Heizleiter in rechteckiger Form mit unterschiedlichen Heizleiterdicken und eingezeichnetem Widerstandsverlauf,
- Fig. 3B bis 3D drei verschiedene Profile einer Heizleiterdicke,
- Fig. 3E eine schematisierte Darstellung von zwei Auftragverfahren für das Heizleitermaterial auf einen Träger,
- Fig. 3F zwei schematisierte Verfahren zum Abtragen von Heizleitermaterial für ei-

nen unterschiedlichen Verlauf der Heizleiterdicke,

- Fig. 4 und 5 eine Draufsicht und eine Schrägansicht einer erfindungsgemäßen Heizeinrichtung in runder Form mit radial unterschiedlichen Heizleiterdicken und Stromfluss in Umfangsrichtung,
- Fig. 6 und 7 eine Draufsicht und Schrägansicht auf einen weiteren kreisrunden Heizleiter mit in radialer Richtung unterschiedlichen Heizleiterdicken und radialem Stromfluss,
- Fig. 8 und 9 eine Abwandlung der Heizeinrichtung aus Fig. 6 und 7 mit radial verlaufenden Unterbrechungen im Heizleitermaterial und
- Fig. 10 und 11 eine Abwandlung der Heizeinrichtung aus Fig. 4 und 5 mit in Umfangsrichtung verlaufenden Unterbrechungen zwischen Heizleiterbahnen.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

[0032] In der Fig. 1 ist eine Heizeinrichtung 11 dargestellt mit einem flachen und länglichen rechteckigen Träger 12. Diesen Träger 12 könnte man sich auch als Abwicklung eines kurzen Rohres mit rundem Querschnitt vorstellen, so dass das linke Ende und das rechte Ende geschlossen wären und die Innenseite des Rohres als Innenseite des Trägers 12 frei wäre. Auf den Träger 12 ist eine flächige Isolierschicht 13 aufgebracht. Dies entspricht einer üblichen Vorgehensweise.

[0033] Links ist auf dem Träger 12 eine Anschlusseinrichtung 15 in Form eines Steckers angebracht. Von dieser gehen Zuleitungen 16a und 16b ab, welche in Anschlüsse 18 münden. Dies sind ganz rechts ein unterer Anschluss 18a und ein gegenüberliegender Anschluss 18a', wobei dieser obere Anschluss 18a' direkt in einen weiteren oberen Anschluss 18b übergeht. Dem gegenüber liegt im unteren Bereich ein Anschluss 18b', der dann eben in die Zuleitung 16b übergeht an die Anschlusseinrichtung 15.

[0034] Es sind zwei Heizleiter 20a und 20b vorgesehen, die in überlappender Weise auf die Anschlüsse 18 aufgebracht sind, wie dies für Schichtheizleiter bzw. Dickschichtheizleiter bekannt ist. Beide Heizleiter 20a und 20b sind von der Fläche her gleich groß und im Wesentlichen auch gleich bzw. identisch ausgebildet. Wie zu erkennen ist, ist ihre Breite etwa viermal so groß wie ihre Länge, sie sind also sehr kurz. Die beiden Heizleiter 20a und 20b sind seriell miteinander verschaltet. Ihr seitlicher Abstand ist sehr gering und beträgt wenige mm.

[0035] Die Heizleiter 20 sind aus dem erfindungsgemäßen Heizleitermaterial gebildet, welches Kohlenstoff-

basiert ist bzw. welches im einsatzfähigen Zustand mindestens 50%, evtl. sogar 80% bis 90%, Kohlenstoff enthält. Beispielsweise kann dies in einem einfachen Fall Graphit sein, alternativ oder zusätzlich auch Graphen oder Carbon-Nanotubes. Ein möglicher negativer Temperaturkoeffizient des elektrischen Widerstands des Kohlenstoff-basierten Materials, insbesondere von Graphit, kann wie eingangs erläutert genutzt werden, um in potentiell kühleren Bereichen vorzusehen, dass der Widerstand mit der Temperatur sinkt bzw. eine höhere Leistung umgesetzt wird. Gleichzeitig sind dann Maßnahmen erforderlich, um eine zu starke Erhitzung zu vermeiden. Vorteilhaft werden hierzu diskrete Temperatursensoren oder eine flächige Temperaturüberwachung eingesetzt, welche aus dem Stand der Technik ausreichend bekannt sind, hier aber nicht dargestellt sind.

[0036] Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel einer Heizeinrichtung 11 ist eine konstante bzw. gleichmäßige Heizleiterdicke vorgesehen. Diese kann beispielsweise 20 μm bis 70 μm betragen, also immer noch in einem Dickschicht-Bereich liegen. Die Fläche kann knapp 40 cm^2 betragen, so dass bei einer an den Anschlüssen 18 anliegenden Spannung von 230 V eine Leistung von etwa 2000 W erzeugt wird. Die bedeutet einen Flächenwiderstand von 63 $\Omega/\square$ und eine Flächenbelastung von etwas über 50 W/cm^2 . Zu möglichen Auftragverfahren für das Heizleitermaterial wird nachfolgend mehr ausgeführt.

[0037] In der Fig. 2 ist eine weitere Heizeinrichtung 111 dargestellt, die ebenfalls einen flachen und ebenen Träger 112 aufweist, der hier im Wesentlichen quadratisch ausgebildet ist, ansonsten gleicht sein Aufbau aber in vieler Hinsicht demjenigen aus der Fig. 1. Auf dem Träger 111 ist eine Isolierschicht 113 aufgebracht samt einer Anschlusseinrichtung 115 mit Zuleitungen 116a und 116b. Die Zuleitungen 116a und 116b verlaufen an Anschlüsse 118a und 118a' sowie 118d und 118d'. Dazwischen sind jeweils zwei parallele Heizleiter 120a und 120a' sowie 120d und 120d' vorgesehen. Der Anschluss 118a ist mit einem Anschluss 118b verbunden, und der Anschluss 118a' ist mit einem Anschluss 118b' verbunden. Zwischen den Anschlüssen 118b und 118b' befinden sich Heizleiter 120b und 120b'. An die Anschlüsse 118b' und 118d' sind Anschlüsse 118c' und 118c verbunden, zwischen denen sich zwei Heizleiter 120c und 120c' befinden.

[0038] Sämtliche Heizleiter 120 sind identisch ausgebildet und im Wesentlichen quadratisch. Die jeweils parallel geschalteten und direkt nebeneinanderliegenden Paare von Heizleitern 120 könnten auch die sie trennende dünne Lücke überdecken und somit ein einziges Heizleiter sein. Erreicht wird mit dieser Konfiguration eine Reihenschaltung von zwei Vierergruppen von Heizleitern, wobei jede Vierergruppe in sich parallel geschaltet ist. Dies ist durch den Verlauf der Anschlüsse 118 zu erkennen. Auch vom Material und vom Auftragverfahren her können die Heizleiter 120 denjenigen der Fig. 1 entsprechen. In ähnlicher Form könnte der Träger 112 auch eine

Abwicklung eines gebogenen oder sogar eines rohrartigen Trägers sein. Das Heizleitermaterial kann auch hier zu einem Großteil aus Graphit bestehen bzw. Graphit aufweisen.

[0039] In der Fig. 3A ist sehr vereinfacht eine Heizeinrichtung 211 dargestellt mit einem Träger 212 als rechteckige Platte. Dieser kann hier isolierend sein, benötigt also keine Isolierschicht. Auf dem Träger 212 sind ein oberer Anschluss 218a und unterer Anschluss 218a' aufgebracht, die wie allgemein die Anschlüsse aus sehr gut leitfähigem Material, insbesondere mit hohem Metallgehalt, hergestellt sind. Darauf ist ein flächiger Heizleiter 220 mit rechteckiger Grundform aufgebracht, welches zur elektrischen Kontaktierung die Anschlüsse 218a und 218a' überlappt. Durch die kleineren rechteckigen Flächen im Mittelbereich soll angedeutet werden, dass hier, wie die Seitendarstellung der Fig. 3B zeigt, die Heizleiterdicke zu einem Mittelbereich hin ansteigt. Dazu gibt es bei dem stufenigen Anstieg vier Dickenbereiche D1 bis D4. Wie aus der Seitendarstellung der Fig. 3B zu ersehen ist, sind die Dickenunterschiede ab dem Dickenbereich D1 erheblich geringer als dessen Dicke, beispielsweise liegen sie zwischen 1% und 10%. Die Darstellung der Fig. 3B ist hier der Anschaulichkeit halber deutlich übertrieben dargestellt. Während die Dicken in den einzelnen Dickenbereichen zunehmen, nimmt in entsprechender Weise der jeweilige Flächenwiderstand ab, und zwar in demselben Maß wie die Dickenveränderung. Die einzelnen Dickenbereiche D müssen nicht nach innen zu der Außenform bzw. der Grundform des Heizleiters 220 entsprechen, sie können auch nach innen zu an eine Ellipse angenähert werden. Generell sollte die Gestaltung auch der unterschiedlichen Dickenbereiche bzw. der Heizleiterdicke optimiert werden für die jeweilige Anwendung mit den konkreten Bedingungen eines Wärmeabtrags vom Heizleiter 220 bzw. von der Heizeinrichtung 211, vorteilhaft in ein Medium. Die Grundform und auch die Heizleiterdicke selbst können, insbesondere in Randbereichen oder in Mittelbereichen, durch Simulation oder praktische Erprobung optimiert werden.

[0040] Durch die unterschiedlichen Heizleiterdicken der Dickenbereiche D1 bis D4 werden unterschiedliche Leistungsdichten und somit eine sozusagen gestaltbare Temperaturverteilung möglich. Durch die größere Dicke im Mittelbereich des Heizleiters 220 wird hier die Heizleistung etwas reduziert, was von Vorteil ist für eine gleichmäßige Temperaturverteilung, da üblicherweise in einem Mittelbereich eines flächigen Heizleiters die höchste Temperatur herrscht.

[0041] In grober Näherung kann man sich für den Stromfluss zwischen den Anschlüssen 218a und 218a' eine Reihenschaltung von Teilwiderständen entsprechend jedem Dickenbereich vorstellen, was in der Mitte dargestellt ist. Der hier in der Mitte verlaufende Stromfluss durchläuft sozusagen die sieben Teilwiderstände, wobei der Teilwiderstand im Dickenbereich D4 aufgrund der größten Heizleiterdicke den geringsten Widerstandswert hat. Der Teilwiderstand in dem Dickenbereich D1

ist jeweils am größten.

[0042] Etwas rechts daneben ist für einen weiteren Stromfluss dargestellt, wie hier sozusagen durch die an sich gleiche Größenverteilung der Widerstandswerte der Teilwiderstände der Stromfluss nicht mehr direkt vom Anschluss 218a zum Anschluss 218a' fließt, also nicht mehr den kürzesten Weg wählt, sondern sozusagen zum Mit-
5 tenbereich hin gebogen oder ausgebeult ist. Dies ist dadurch begründet, dass der Strom zwar einen insgesamt etwas längeren Weg wählt, um durch den Dickenbereich D4 zu fließen, dort aber einen die etwas größere Länge ausgleichenden geringeren Widerstand vorfindet. Somit kommt es hier zu einer Art Stromumleitung.

[0043] In der Fig. 3B ist, wie gesagt, für die Heizeinrichtung 211 der stufenartige Verlauf der Heizleiterdicke übertrieben dargestellt. Ein solcher Verlauf kann besonders gut hergestellt werden durch das Aufbringen des Heizleitermaterials in mehreren Schichten. Ein Unter-
10 schied zwischen zwei Dickenbereichen D kann dann eine Schichtdicke sein bzw. die Dicke einer einzigen aufgetragenen Schicht von Heizleitermaterial. Gründe für eine gröbere Abstufung gibt es eigentlich nicht.

[0044] In der Fig. 3C ist eine weitere Heizeinrichtung 211' dargestellt mit einem Träger 212' samt einem Heizleiter 220'. In einem Mittelbereich weist dieser erkennbar eine ähnliche Dicke wie die Heizeinrichtung 211 auf, nur sind hier keine genau unterscheidbaren Dickenbereiche gegeben mit einem stufigen oder abgestuften Verlauf. Vielmehr steigt die Dicke vom dünnsten Bereich am linken und am rechten Rand erst langsam an, dann etwas
15 stärker, um dann wieder mit einem schwächeren Dickenanstieg in den ebenen Mittelbereich überzugehen. Ein solcher Verlauf der Heizleiterdicke kann für einen gleichmäßigen Stromfluss und eine gleichmäßige Leistungserzeugung von Vorteil sein, ist aber erkennbar schwerer herzustellen. Entweder kann hier durch beispielsweise Sprühen als Auftragverfahren mit unterschiedlichen Sprühintensitäten und/oder Sprühabständen gearbeitet werden, um den gleichmäßigen Verlauf zu erreichen. Alternativ kann mit entsprechenden Abtragverfahren, wie sie eingangs beschrieben worden sind und nachfolgend noch im Detail erläutert werden, gearbeitet werden.

[0045] In der Fig. 3D ist eine Heizeinrichtung 211" dargestellt mit einem Träger 212" und einem Heizleiter 220". Der Verlauf der Dickenzunahme zwischen den äußeren dünnen Bereichen und dem dicken Mittelbereich ist hier sozusagen linear. Somit ist zwar am Übergang zum Mittelbereich eine Art Kante vorgesehen, deren negative Auswirkung hält sich aber in Grenzen. Ein solcher sozusagen linearer Verlauf der Heizleiterdicke kann relativ leicht durch Abschleifen mit einer planen Schleiffläche erzielt werden, wie es nachfolgend in der Fig. 3F erläutert ist.

[0046] In der Fig. 3E sind schematisch zwei Möglichkeiten für Auftragverfahren für das Heizleitermaterial dargestellt. Im linken Bereich wird auf einen Träger 212 mittels einer Spritzdüse 222 eine Sol-Gel-System 223 aufgebracht, um Schichten zu bilden. Dieses Sol-Gel-Sys-

tem enthält das Kohlenstoff-basierte Heizleitermaterial, was an sich aus dem Stand der Technik bekannt ist. Es muss geeignet sein zum Spritzen. Dabei werden mehrere Schichten von Heizleitermaterial bzw. des Sol-Gel-Systems 223 nacheinander aufgebracht, wobei entweder nach jeder Schicht ein Trocknungsvorgang stattfindet, nach beispielsweise jeder dritten oder fünften Schicht, oder erst ganz am Schluss. Je nach Genauigkeit des Arbeitens mit der Spritzdüse 222 kann ein Verlauf der Heizleiterdicke entsprechend Fig. 3C hergestellt werden.

[0047] Rechts in der Fig. 3E ist schematisch ein Siebdruckverfahren mit einem Drucksieb 225 dargestellt. Dieses wird auf den Träger 212 aufgelegt, wie es bei Siebdruck üblich ist, dann wird das Heizleitermaterial als Sol-Gel-System bzw. hier als mögliche Sol-Gel-Paste auf das Drucksieb 225 aufgebracht und mit einem Rakel verteilt. Mittels eines Siebdruckverfahrens kann ein Verlauf der Heizleiterdicke entsprechend Fig. 3B hergestellt werden, also eher stufig sein. Zur Erreichung einer gewünschten Heizleiterdicke müssen ohnehin mehrere Schichten aufgebracht werden. Auch hier kann ein zwischenzeitliches Trocknen vorgesehen sein.

[0048] An das Auftragverfahren anschließend kommt ein Einbrennen. Der fertige Heizleiter enthält Kohlenstoff mit hohem Anteil, beispielsweise mindestens 50% oder sogar 80% bis 90%.

[0049] In der Fig. 3F ist dargestellt, wie ein bestimmter Verlauf einer Heizleiterdicke erreicht werden kann durch ein abtragendes Verfahren. Gestrichelt dargestellt ist ein sehr dicker Heizleiter 220 auf einem Träger 212, quasi mit gleichbleibender Dicke, wie er ursprünglich hergestellt worden ist. Links in der Fig. 3F wird mit einer sehr vereinfacht dargestellten rotierenden planen Schleifscheibe 227 einfach ein Teil des Heizleitermaterials abgeschliffen. So kann der Verlauf der Heizleiterdicke entsprechend Fig. 3D hergestellt werden. Ein solches Schleifverfahren wird für derartige Dickenverteilungen als sehr vorteilhaft angesehen.

[0050] Rechts in der Fig. 3F ist ein anderes Abtragverfahren dargestellt. Hier wird auch von einer ursprünglichen, durch die Strichlierung gekennzeichneten Schichtdicke des Heizleiters 220 Heizleitermaterial abgetragen. Hier wird mit einem Laser 229 gearbeitet, dessen Laserstrahl 230 das Heizleitermaterial wie gewünscht abträgt. Derartige Laser-Verfahren sind bekannt und brauchen deswegen hier nicht weiter erläutert zu werden.

[0051] Für die Abtragverfahren gilt grundsätzlich, dass sie sowohl vor einem Aushärten des Heizleitermaterials als auch hinterher durchgeführt werden können. Ein Schleifverfahren, wie links in der Fig. 3F dargestellt, wird vorteilhaft eher nach einem Aushärten und Fertigstellen des Heizleiters 220 durchgeführt. Vor dem Aushärten der Paste bzw. des Heizleitermaterials kann sie voraussichtlich auch nicht sehr gut geschliffen werden.

[0052] Ein in Fig. 3F rechts dargestelltes Laser-Verfahren kann sowohl an einem ausgehärteten Heizleitermaterial durchgeführt werden als auch vor dem Aushär-

ten und nach dem vorgenannten Trocknen durchgeführt werden. Ein noch nicht ausgehärtetes Heizleitermaterial kann unter Umständen sogar leichter entfernt werden.

[0053] Wie eingangs angesprochen kann durch ein solches Abtragverfahren auch ein Abgleich des Heizleiters im elektrischen Sinne erfolgen, also auf einen exakten Widerstandswert. Auch dafür sollte der Heizleiter fertig ausgehärtet sein. Durch ein flächiges Abtragverfahren gemäß einem Aspekt der Erfindung kann in diesem Bereich die Heizfunktion des Heizleiters erhalten werden, die erzeugte Temperatur wird nur unter Umständen etwas verändert.

[0054] In der Fig. 4 ist eine weitere Heizeinrichtung 311 in Draufsicht und in der Fig. 5 in geschnittener Schrägansicht dargestellt. Auf einem kreisrunden Träger 312 ist ein Heizleiter 320 aufgebracht als um einen Bogenwinkel von etwa 340° umlaufender Kreisring. Zwei Anschlüsse 318a und 318a' sind vorgesehen, die exakt radial verlaufen. Von diesen Anschlüssen 318a und 318a' ausgehend läuft mit drei unterschiedlichen Dickenbereichen D1, D2 und D3 der Heizleiter 320 um. Wie aus der Schnittdarstellung der Fig. 5 zu ersehen ist, wird der stufige Verlauf, der im Prinzip ähnlich ist wie derjenige der Fig. 3A und 3B, jeweils durch unterschiedliche Schichtdicken bzw. Anzahlen von Schichten erzielt. Insofern gilt für die Herstellung der Heizeinrichtung 311 bzw. des Heizleiters 320 das zuvor ausgeführte. Die erheblich größere Länge des radialen Außenbereichs des Heizleiters 320 wird durch dessen größere Heizleiterdicke in diesem Dickenbereich D3 ausgeglichen. Somit wird insgesamt eine etwa gleiche Flächenheizleistung erzeugt, da sozusagen in Umlaufrichtung zwischen den Anschlüssen 318a und 318a' jeweils der gleiche Flächenwiderstand des Heizleitermaterials gegeben ist in der Kombination aus unterschiedlicher Länge des Heizleiters mit jeweiliger Heizleiterdicke.

[0055] Durch einen freien Mittelbereich der Heizeinrichtung 311 wird hier eine etwas geringere Temperatur erreicht. Um dies auszugleichen, kann im Dickenbereich D1 eine etwas höhere Temperatur erzielt werden bzw. eine etwas höhere Flächenheizleistung erzeugt werden. Dies kann durch die Heizleiterdicke im Dickenbereich D1 eingestellt werden.

[0056] In den Fig. 6 und 7 ist eine weitere Heizeinrichtung 411 ähnlich derjenigen aus den Fig. 4 und 5 dargestellt mit einem runden Träger 312 und zwei radial verlaufenden Anschlüssen 418a und 418a'. Dazwischen verlaufen drei Heizleiter 420a, 420b und 420c. Sie sind jeweils durch Unterbrechungen 432 voneinander getrennt, wie aus der Schnittdarstellung deutlich wird. Des Weiteren sollen die Heizleiter 420a, 420b und 420c ähnlich der Fig. 4 und 5 wieder in drei Dickenbereiche D1, D2 und D3 aufgeteilt sein. In der Fig. 7 ist dies, anders als in der Fig. 5, nicht dargestellt, soll aber auch hier so sein. Somit wird auch hier der jeweils unterschiedliche lange Weg des Stromflusses zwischen den Anschlüssen 418a und 418a' durch eine Einstellung der Heizleiterdicke ausgeglichen. Somit soll für jeden der Heizleiter 420a

bis 420c dieselbe Flächenheizleistung erreicht werden können.

[0057] In den Fig. 8 und 9 ist eine weitere Ausgestaltung einer Heizeinrichtung 511 dargestellt, die ebenfalls rund ausgebildet ist bzw. einen runden Träger 512 aufweist. Auf dem Träger 512 sind ein innerer Anschluss 518a und ein äußerer Anschluss 518a' aufgebracht. Vor allem der innere Anschluss 518a ist, wie die schräge Schnittdarstellung der Fig. 9 zeigt, nicht nur als reine Fläche ausgebildet, sondern weist eine gewisse Höhenerstreckung auf. Dies soll dazu dienen, den damit kontaktierten Heizleiter nicht nur an seiner unteren Fläche als Auflage auf dem Träger 512 zu kontaktieren, sondern auch sozusagen über dessen Schichtdicke hinweg an der inneren Stirnseite.

[0058] Auf den Träger 512 und an die Anschlüsse 518a und 518a' ist ein Heizleiter 520 aufgebracht, der ähnlich wie bei der Fig. 4 und 5 in radial unterschiedliche Dickenbereiche unterteilt ist, nur eben mit genau umgekehrter Dickenverteilung. Der Heizleiter 520 ist als in Umlaufrichtung durchgehender Kreisring ausgebildet und weist außen einen Dickenbereich D1 auf, innen einen Dickenbereich D3 und dazwischen einen Dickenbereich D2. Die Heizleiterdicke nimmt von innen nach außen ab, also vom Anschluss 518a zum Anschluss 518a' ab. Während in den Ausführungsbeispielen der Fig. 4 bis 7 der Stromfluss in Umlaufrichtung geht, verläuft er in dem Ausführungsbeispiel der Fig. 8 und 9 in radialer Richtung. Die Verteilung der Heizleiterdicke, die sich aus Fig. 9 mit einem stufenartigen Verlauf ersehen lässt, bewirkt entsprechend einem vorteilhaften Aspekt der Erfindung eine insgesamt über die Fläche der Heizeinrichtung 511 gleichmäßig verteilte Flächenheizleistung. Im Dickenbereich D3 mit der größten Heizleiterdicke ist der Widerstand am geringsten, dafür aber die Stromdichte sehr groß. Im äußeren Dickenbereich D1 ist der elektrische Widerstand größer durch die geringe Heizleiterdicke, dafür aber aufgrund des deutlich größeren Umfangs die Stromdichte geringer. Der hier dargestellte stufige Verlauf der Dickenbereiche D1 bis D3 kann natürlich auch, wie zuvor anhand der Fig. 3B bis 3D erläutert, verteilt bzw. ausgeglichen werden.

[0059] Durch einen hier vorgesehenen radialen Stromfluss ist die Länge des Stromflusses geringer als bei der Heizeinrichtung der Fig. 4 und 5, so dass bei gleicher Betriebsspannung und gleicher Gesamtheizleistung die Heizleiterdicken der Dickenbereiche D1 bis D3 ohnehin geringer sind als dort.

[0060] In dem Ausführungsbeispiel einer Heizeinrichtung 611 entsprechend der Fig. 10 und 11 ist sozusagen eine Abwandlung der Heizeinrichtung 511 aus den Fig. 8 und 9 dargestellt, und zwar sind hier acht Unterbrechungen 632 vorgesehen, ähnlich den in Umlaufrichtung verlaufenden Unterbrechungen 432 der Fig. 7. Diese unterteilen einen Heizleiter 620 durch ihren radialen Verlauf in acht Kreisringabschnitte. Da der Stromfluss aber stets exakt radial zwischen den Anschlüssen 618a und 618a' erfolgt stören diese Unterbrechungen 632 den Strom-

fluss nicht. Sie verringern nur etwas die Gesamtfläche des Heizleiters 620 und somit etwas die Gesamtfläche, die direkt beheizt ist.

Patentansprüche

1. Heizeinrichtung mit einem Träger und mit mindestens einem auf dem Träger angeordneten flächigen elektrischen Heizleiter, wobei der Heizleiter zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss verläuft, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Heizleiter als Heizleitermaterial kohlenstoffbasiertes Material aufweist.
2. Heizeinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Verlaufe eines kürzesten Weges zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss, wobei dieser kürzeste Weg durch das Heizleiter verläuft, keine Flächenunterbrechung des Heizleiters bzw. kein Einschnitt im kürzesten Weg vorgesehen ist.
3. Heizeinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Heizleiterdicke zwischen den elektrischen Anschlüssen zumindest teilweise variiert und nicht konstant ist, wobei vorzugsweise die Heizleiterdicke um einen Faktor 0,01 bis 20 variiert, wobei insbesondere eine Breite des Heizleiters zwischen den Anschlüssen zumindest teilweise variiert,.
4. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizleiter in der Draufsicht oder in der Abwicklung rechteckig ist, wobei insbesondere die Länge des Heizleiters zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss 10% bis 250% der Breite des Heizleiters in Querrichtung zur Länge entspricht, wobei insbesondere der Heizleiter in einem Mittelbereich eine Verringerung oder eine Erhöhung der Heizleiterdicke aufweist, vorzugsweise eine gleichmäßige bzw. streng monoton stetige Verringerung oder eine gleichmäßige bzw. streng monoton stetige Erhöhung der Heizleiterdicke.
5. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Heizleiter in der Draufsicht als Kreisringabschnitt ausgebildet ist, wobei insbesondere der erste Anschluss und der zweite Anschluss im Wesentlichen radiale Erstreckung aufweisen und wobei das mindestens eine Heizleiter zwischen den Anschlüssen samt Stromfluss durch das Heizleiter in Umfangsrichtung verläuft, wobei vorzugsweise die Heizleiterdicke entlang des kürzesten Weges oder entlang eines Stromflusses zwischen den Anschlüssen im Wesentlichen gleich bleibt bzw. konstant ist.
6. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Heizleiter in der Draufsicht als Kreisringabschnitt ausgebildet ist, wobei der erste Anschluss und der zweite Anschluss im Wesentlichen in Umfangsrichtung verlaufen, wobei ein Anschluss innen verläuft und ein Anschluss außen verläuft, wobei vorzugsweise der eine Anschluss konzentrisch zum anderen Anschluss verläuft, wobei insbesondere der Stromfluss zwischen den beiden Anschlüssen in radialer Richtung verläuft.
7. Heizeinrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Heizleiterdicke entlang eines Stromflusses bzw. Strompfades zwischen den beiden Anschlüssen ändert, vorteilhaft monoton zunimmt oder monoton abnimmt.
8. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Veränderung der Heizleiterdicke in Sprüngen bzw. in Stufen erfolgt.
9. Heizeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Veränderung der Heizleiterdicke streng monoton erfolgt, insbesondere ohne Sprünge und vorzugsweise gleichmäßig.
10. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizleiter im Schichtauftrag hergestellt ist, insbesondere mehr Schichten je größer die Heizleiterdicke ist, wobei die Schichten jeweils gleich dick sind und wobei in Bereichen erhöhter Heizleiterdicke mehr Schichten aufgetragen sind als in Bereichen verringerter Heizleiterdicke.
11. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** unterschiedliche Heizleiterdicken durch einen Abtrag von Heizleitermaterial erzielt worden sind, insbesondere einen flächig verteilten, unterschiedlichen und/oder gleichmäßigen Abtrag.
12. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine Heizleiter als kohlenstoffbasiertes Heizleitermaterial Graphit, Carbon Nanotubes, Fullerene, amorphen Kohlenstoff oder Graphen aufweist, wobei vorzugsweise ein Flächenwiderstand des Heizleitermaterials $20 \Omega/\square$ bis $400 \Omega/\square$ beträgt, vorzugsweise $30 \Omega/\square$ bis $250 \Omega/\square$.
13. Heizeinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Heizleitermaterial frei von Edelmetall ist, wobei insbesondere ein Flächenwiderstand des Heizleiterma-

terials $20 \Omega/\square$ bis $400 \Omega/\square$ beträgt, vorzugsweise $30 \Omega/\square$ bis $250 \Omega/\square$.

14. Verfahren zur Herstellung einer Heizeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizleiter in einem mehrstufigen Schichtaufbau auf dem Träger hergestellt wird für die unterschiedlichen bzw. veränderlichen Heizleiterdicken mit dem Auftragen einer Schicht von Heizleitermaterial auf die andere, wobei ein Verfahren zum Auftragen aus einer der folgenden Gruppen ausgewählt ist: Drucken, Sprühen, Spritzen, Inkjet, Aufschleudern, Siebdruck. 5 10
15. Verfahren zur Herstellung einer Heizeinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** bereichsweise Heizleitermaterial des fertigen Heizleiters entfernt bzw. abgetragen wird, um unterschiedliche bzw. veränderliche Heizleiterdicken zu erzielen, vorzugsweise durch ein Verfahren aus der Gruppe: Abschleifen, Abkratzen, Laserstrahlen, Sandstrahlen, Abstrahlen, wobei insbesondere für einen Abgleich des Heizleiters auf einen genauen Widerstandswert das Heizleitermaterial bereichsweise abgetragen bzw. entfernt wird, wobei vorzugsweise das Heizleitermaterial während einer Widerstandsmessung abgetragen bzw. entfernt wird. 15 20 25

30

35

40

45

50

55

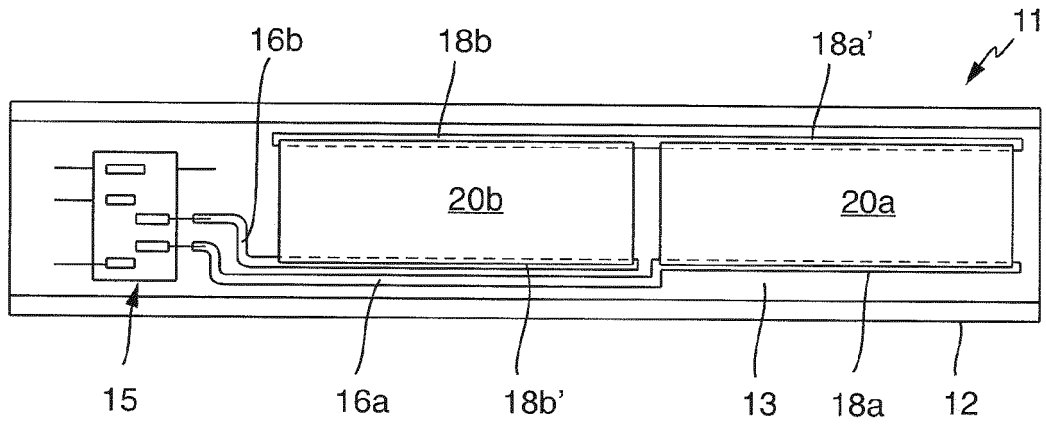


Fig. 1

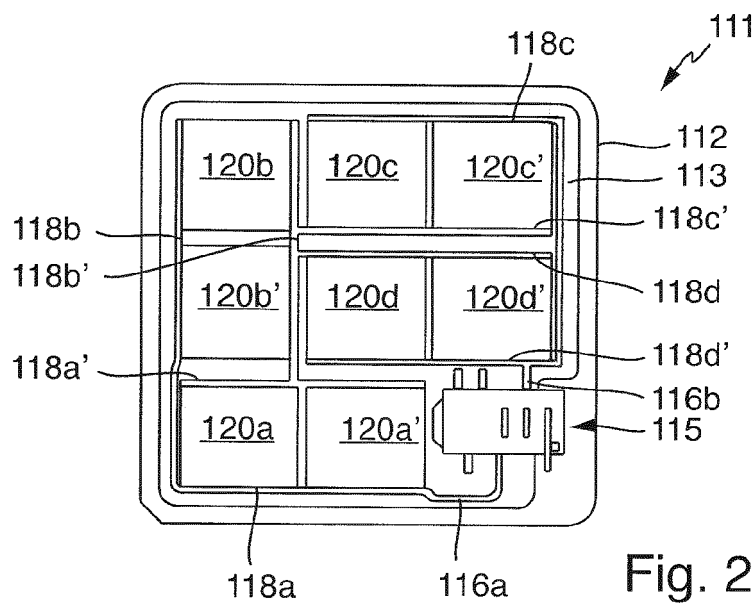


Fig. 2

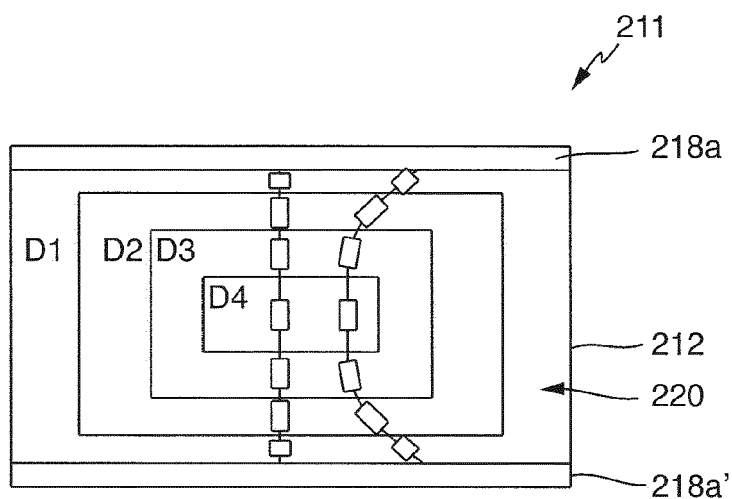


Fig. 3A

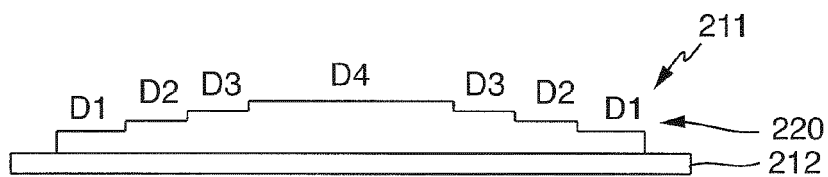


Fig. 3B

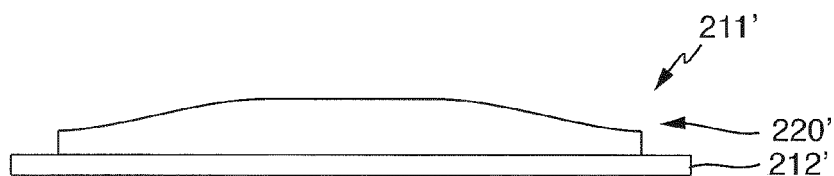


Fig. 3C

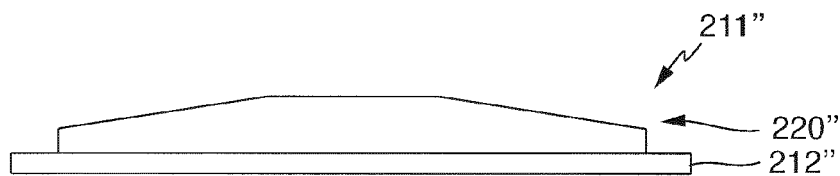


Fig. 3D

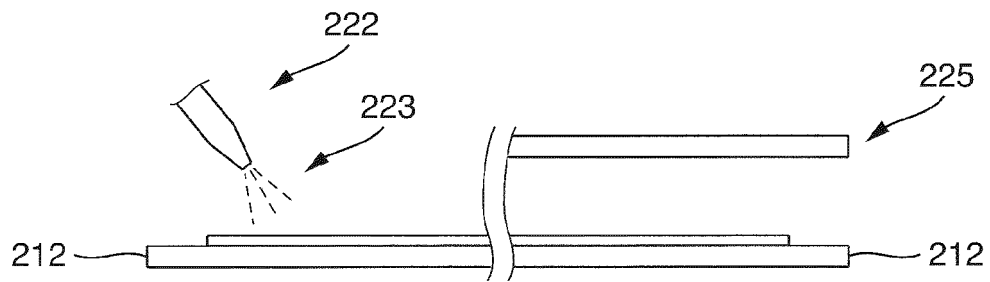


Fig. 3E

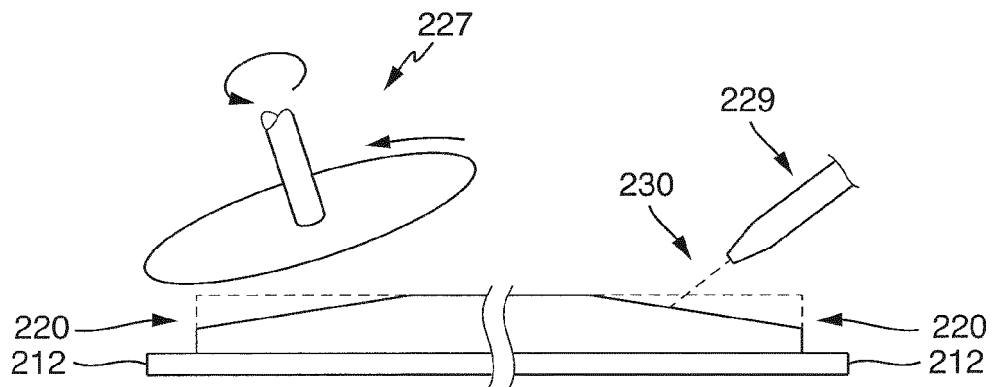


Fig. 3F

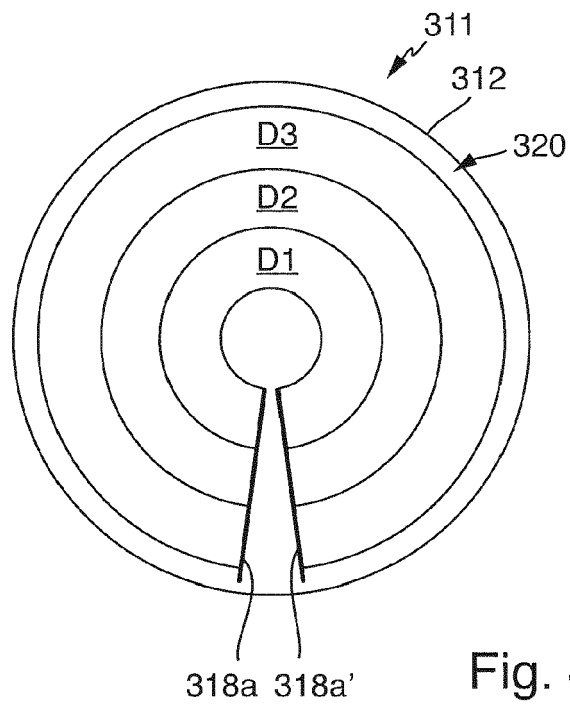


Fig. 4

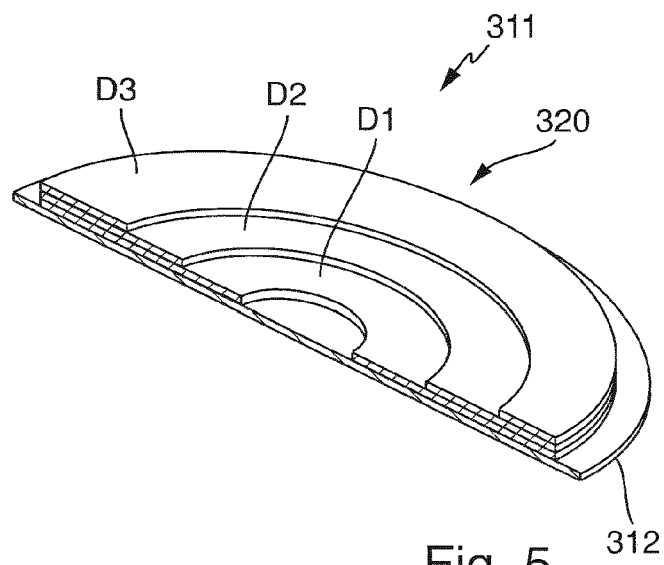


Fig. 5

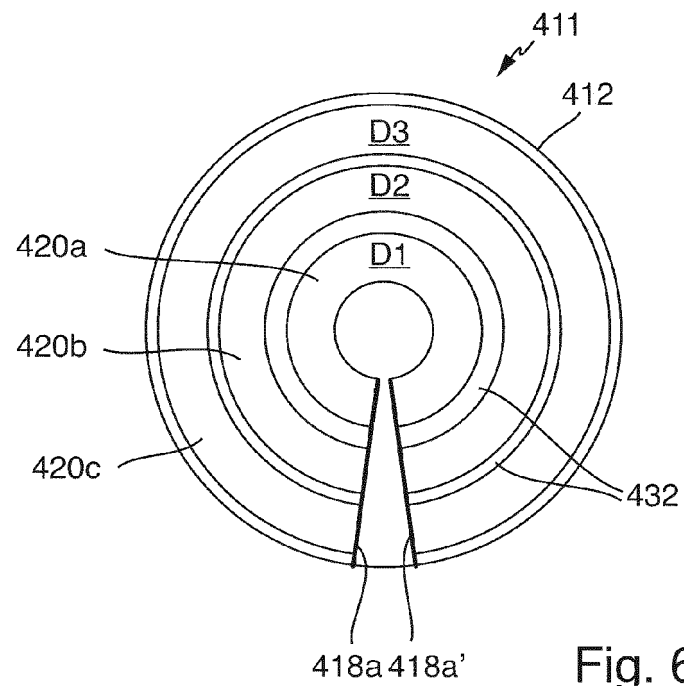


Fig. 6

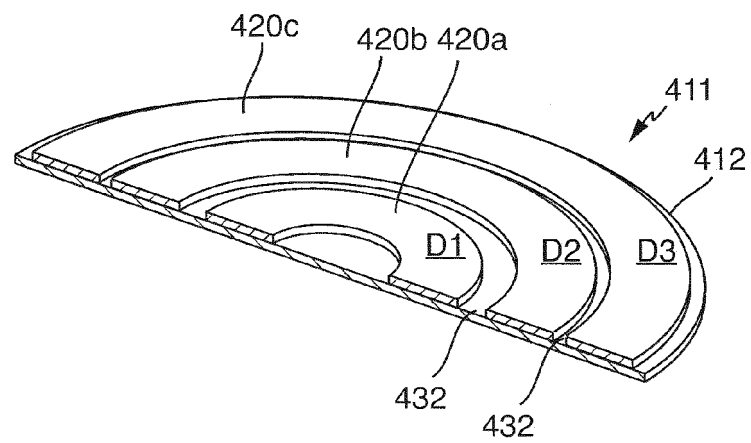


Fig. 7

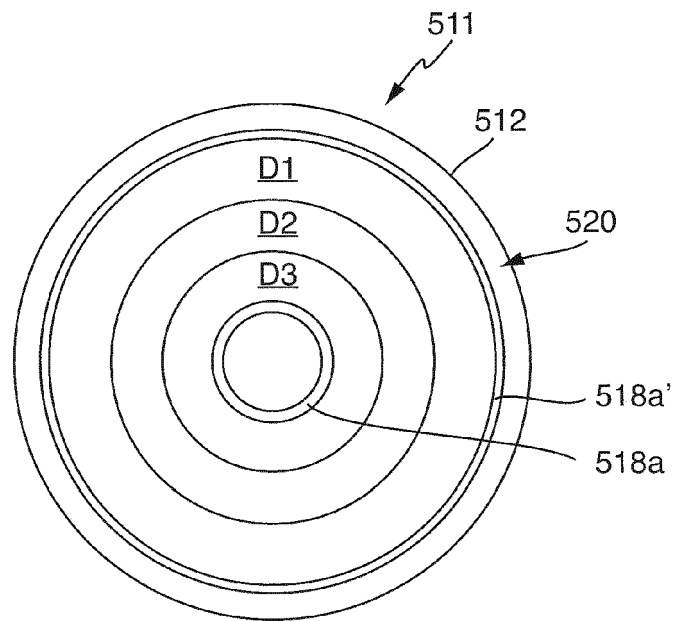


Fig. 8

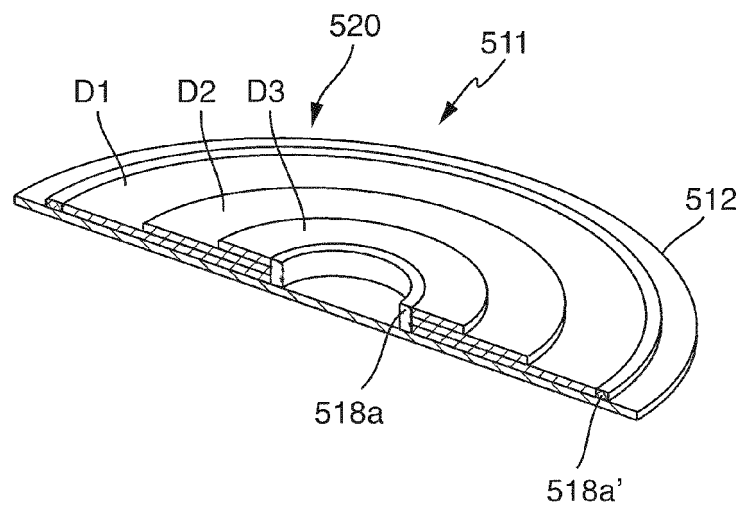


Fig. 9

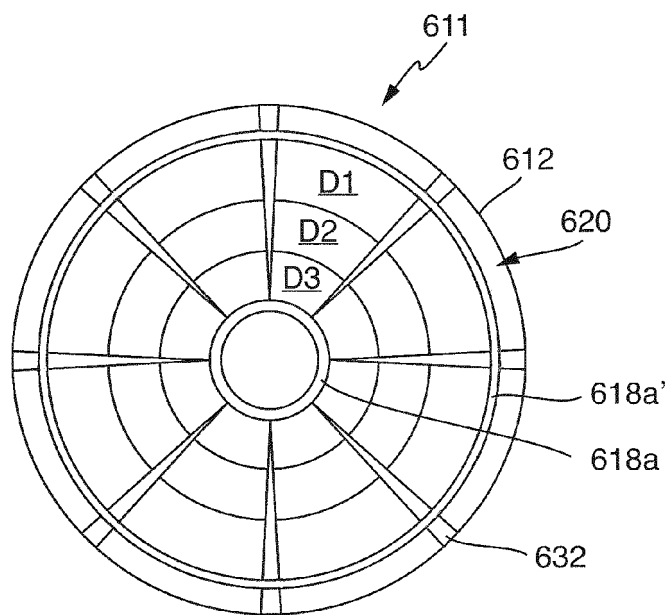


Fig. 10

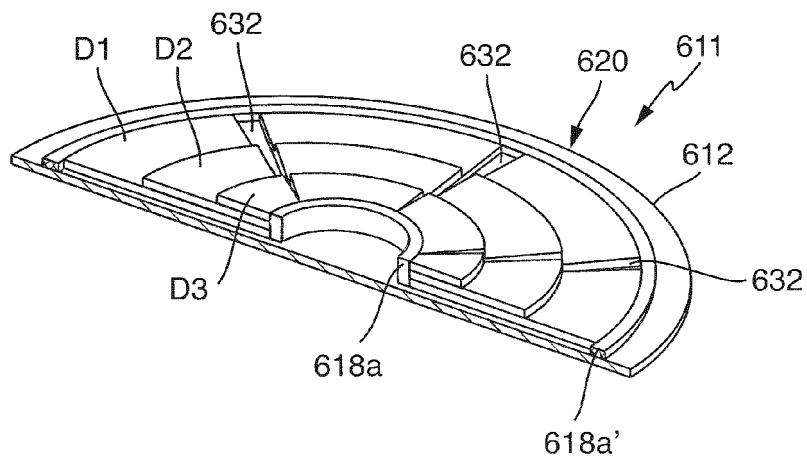


Fig. 11



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 16 20 3541

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2009/314765 A1 (FENG CHEN [CN] ET AL) 24. Dezember 2009 (2009-12-24)	1,2,4-7, 9-15	INV. H05B3/14
Y	* Absatz [0030]; Abbildungen 1,2 *	3,8	H05B3/26

X	US 2014/021195 A1 (KIM YOUNG JIN [KR] ET AL) 23. Januar 2014 (2014-01-23)	1,2,4-7, 9-15	
Y	* Absatz [0057]; Abbildung 1 *	3,8	

Y	WO 2015/048564 A1 (ABOMINABLE LABS LLC [US]) 2. April 2015 (2015-04-02)	3,8	
	* Absatz [0036] - Absatz [0038]; Abbildungen 6a-6c *		

Y	US 2010/096507 A1 (VILLINGER MARKUS [AT]) 22. April 2010 (2010-04-22)	3	
	* Absatz [0042] - Absatz [0045]; Abbildungen 1,2A,2B *		

A	US 2005/199610 A1 (PTASIENSKI KEVIN [US] ET AL) 15. September 2005 (2005-09-15)	1-15	
	* Absatz [0039]; Abbildungen 3,4 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
1 Recherchenort München Abschlußdatum der Recherche 26. April 2017 Prüfer Gea Haupt, Martin			
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 16 20 3541

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

26-04-2017

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2009314765 A1	24-12-2009	US 2009314765 A1	24-12-2009
		US 2009321418 A1	31-12-2009
		US 2009321419 A1	31-12-2009
		US 2009321420 A1	31-12-2009
		US 2009321421 A1	31-12-2009
		US 2010000985 A1	07-01-2010
		US 2010000986 A1	07-01-2010
		US 2010000987 A1	07-01-2010
		US 2010000988 A1	07-01-2010
		US 2010000989 A1	07-01-2010
		US 2010000990 A1	07-01-2010
		US 2010108664 A1	06-05-2010
		US 2010126985 A1	27-05-2010
		US 2010139845 A1	10-06-2010
		US 2010139851 A1	10-06-2010
		US 2010140257 A1	10-06-2010
		US 2010140258 A1	10-06-2010
		US 2010140259 A1	10-06-2010
		US 2010230400 A1	16-09-2010

US 2014021195 A1	23-01-2014	KR 20110093735 A	18-08-2011
		US 2014021195 A1	23-01-2014
		WO 2011099831 A2	18-08-2011

WO 2015048564 A1	02-04-2015	AU 2014324661 A1	12-05-2016
		CA 2925317 A1	02-04-2015
		CN 105828651 A	03-08-2016
		EP 3048919 A1	03-08-2016
		JP 2016539667 A	22-12-2016
		KR 20160066035 A	09-06-2016
		WO 2015048564 A1	02-04-2015

US 2010096507 A1	22-04-2010	AT 508327 A1	15-12-2010
		US 2010096507 A1	22-04-2010

US 2005199610 A1	15-09-2005	CA 2559289 A1	22-09-2005
		CN 1947462 A	11-04-2007
		EP 1736034 A1	27-12-2006
		TW I315645 B	01-10-2009
		US 2005199610 A1	15-09-2005
		US 2006175321 A1	10-08-2006
		US 2007023419 A1	01-02-2007
		US 2013068754 A1	21-03-2013
		WO 2005089023 A1	22-09-2005

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82