



(11)

EP 4 554 327 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
14.05.2025 Patentblatt 2025/20

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 3/34 (2006.01) H05B 3/58 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23209103.3**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 3/34; H05B 3/58

(22) Anmeldetag: **10.11.2023**

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Schuller, Manuel**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)
• **Ali, Adnaan**
70806 Kornwestheim (DE)
• **Kupovoj, Eugen**
75428 Illingen (DE)

(71) Anmelder: **ROPEX Industrie-Elektronik GmbH**
74321 Bietigheim-Bissingen (DE)

(74) Vertreter: **Patentanwälte Magenbauer & Kollegen Partnerschaft mbB**
Plochinger Straße 109
73730 Esslingen (DE)

(54) HEIZEINRICHTUNG ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG EINES STABFÖRMIGEN WERKSTÜCKS

(57) Die Erfindung betrifft eine Heizeinrichtung (1) zur thermischen Behandlung eines stabförmigen Werkstücks (51), mit einem Heizelement (2), das einen ersten elektrisch leitenden Kontaktabschnitt (31), einen zweiten elektrisch leitenden Kontaktabschnitt (32) sowie einen zwischen dem ersten Kontaktabschnitt (31) und dem zweiten Kontaktabschnitt (32) erstreckten, aus einem bandförmigen Metallmaterial hergestellten Heizabschnitt (11) aufweist, wobei der Heizabschnitt (11) ein längs einer Erstreckungsachse (12) ausgedehntes zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches oder prismatisches, Raumvolumen (14) nahezu vollständig begrenzt, wobei der Heizabschnitt (11) mit wenigstens einer Ausnehmung (15) versehen ist, die eine Länge eines elektrischen Pfads (36) zwischen dem ersten Kontaktabschnitt (31) und dem zweiten Kontaktabschnitt (32) vergrößert.

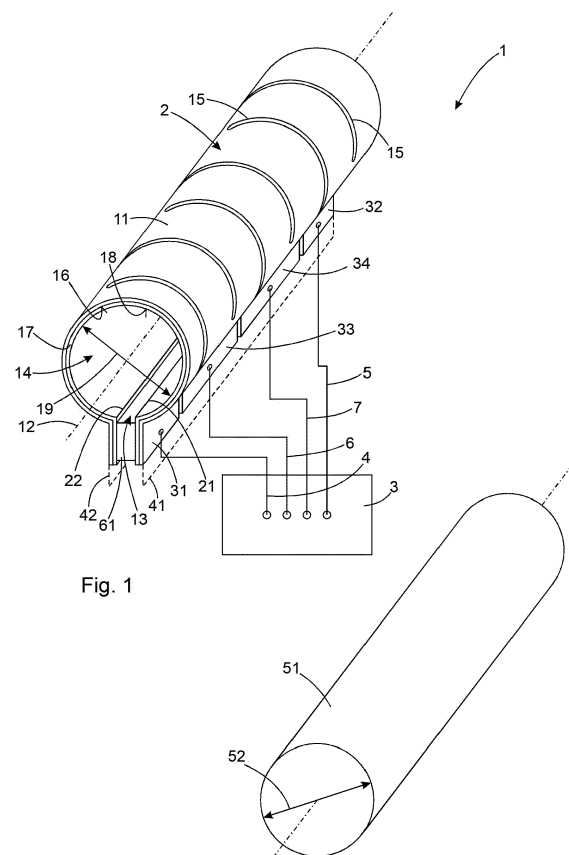


Fig. 1

EP 4 554 327 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Heizeinrichtung zur thermischen Behandlung eines stabförmigen Werkstücks.

[0002] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Heizeinrichtung bereitzustellen, mit der eine verbesserte thermische Behandlung von stabförmigen Werkstücken ermöglicht wird.

[0003] Diese Aufgabe wird für eine Heizeinrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Heizeinrichtung ein Heizelement mit einem ersten elektrisch leitenden Kontaktabschnitt, mit einem zweiten elektrisch leitenden Kontaktabschnitt sowie mit einem zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt erstreckten, aus einem bandförmigen Metallmaterial hergestellten Heizabschnitt aufweist, wobei der Heizabschnitt ein längs einer Erstreckungsachse ausgedehntes, vorzugsweise zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches oder prismatisches, Raumvolumen nahezu vollständig begrenzt. Hierbei ist der Heizabschnitt mit wenigstens einer Ausnehmung versehen, die einen elektrisch wirksamen Querschnitt des Heizabschnitts bereichsweise verkleinert und damit den elektrischen Widerstand des Heizabschnitts vergrößert.

[0004] Bei dem bandförmigen Metallmaterial handelt es sich um ein Metallblech, das eine Längenausdehnung und eine Breitenausdehnung aufweist, die erheblich größer, insbesondere mindestens um einen Faktor 10 größer, als eine Dicke des Metallblechs ist. Eine Längenausdehnung des Heizabschnitts, die längs der Erstreckungsachse des vom Heizabschnitt umschlossenen Raumvolumens ermittelt wird, ist vorzugsweise in einem Bereich von 20mm bis 500mm angesiedelt. Eine Breitenausdehnung des Heizabschnitts, die quer zur Erstreckungsachse des Raumvolumens ermittelt wird, ist vorzugsweise in einem Bereich von 20mm bis 1000mm angesiedelt, was bei einem rein exemplarisch kreiszylindrischen Raumvolumen in einem Durchmesser des Profils von ca. 6mm bis ca. 320mm resultiert. Die Dicke des Heizabschnitts ist vorzugsweise in einem Bereich von 0,1mm bis 1mm angesiedelt.

[0005] Der Heizabschnitt der Heizeinrichtung stellt ein elektrisches Widerstandselement dar, das durch Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt von einem elektrischen Strom durchflossen wird. Eine Stromstärke dieses Stromflusses hängt von der angelegten elektrischen Spannung sowie von einem elektrischen Widerstand ab, der durch die Eigenschaften des ersten Kontaktabschnitts, des Heizabschnitts sowie des zweiten Heizabschnitts bestimmt wird. Dabei bilden der erste Kontaktabschnitt, der Heizabschnitt und der zweite Kontaktabschnitt eine elektrische Reihenschaltung. Hierbei ist vorgesehen, dass der elektrische Widerstand des Heizabschnitts größer als der elektrische Widerstand des ersten und zweiten Kontaktabschnitts ist, so dass der Heizabschnitt im Vergleich zum ersten und zweiten

Kontaktabschnitt bei angelegter elektrischer Spannung eine größere Erwärmung erfährt.

[0006] Um diese elektrischen Eigenschaften für den Heizabschnitt in Verbindung mit vorteilhaften mechanischen Eigenschaften des Heizabschnitts verwirklichen zu können, ist der aus einem bandförmigen Metallmaterial hergestellte Heizabschnitt mit wenigstens einer Ausnehmung versehen. Die Wirkung der wenigstens einen Ausnehmung besteht darin, dass ein elektrisch wirksamer Querschnitt des Heizabschnitts bereichsweise verkleinert wird, wodurch es zu einer Erhöhung des elektrischen Widerstands des Heizabschnitts kommt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass durch die wenigstens eine Ausnehmung, die den Heizabschnitt in der Art einer Bohrung oder eines Schlitzes oder einer Ausklinkung durchsetzt, eine lokale Querschnittsverengung für den Stromfluss verwirklicht wird, da der Strom den verbleibenden Querschnitt des Heizabschnitts durchströmen muss.

[0007] Ferner ist vorgesehen, dass der Heizabschnitt derart geformt ist, dass er ein längs einer Erstreckungsachse ausgedehntes, vorzugsweise zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches oder prismatisches, Raumvolumen nahezu vollständig begrenzt. Alternativ kann das Raumvolumen eine kegelförmige Gestalt aufweisen. Das Raumvolumen dient zur teilweisen oder vollständigen Aufnahme des stabförmigen Werkstücks, das mit der Heizeinrichtung thermisch behandelt werden soll. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Heizabschnitt wenigstens 80 Prozent, bevorzugt wenigstens 90 Prozent, insbesondere wenigstens 95 einer Außenoberfläche des Werkstücks auf derjenigen Länge überdeckt, die der Heizabschnitt in Richtung der Erstreckungsachse aufweist.

[0008] Beispielhaft kann vorgesehen sein, dass das Werkstück durch zwei Rohrabschnitte gebildet wird, die jeweils bereichsweise in das vom Heizabschnitt begrenzte Raumvolumen eingebracht werden und im Rahmen der thermischen Behandlung stirnseitig stumpf miteinander zu einem Rohr verschweißt werden. Dabei weist das Raumvolumen eine zylindrische Gestalt auf und kann insbesondere durch ein Profil beschrieben werden, das längs einer Erstreckungsachse extrudiert wird. Dieses Profil kann insbesondere kreisförmig, oval, als Vieleck oder als unregelmäßige Ringgeometrie ausgebildet sein.

[0009] Um eine vorteilhafte thermische Kopplung zwischen dem Werkstück und den Heizabschnitt zu erzielen, ist es vorgesehen, dass ein Querschnitt des Werkstücks in einer quer zur Erstreckungsachse des Raumvolumens ausgerichteten Querschnittsebene geometrisch ähnlich, insbesondere zumindest nahezu geometrisch identisch, zum Profil des Raumvolumens ist. Für eine vorteilhafte Handhabung der Heizeinrichtung ist vorgesehen, dass der Querschnitt des Werkstücks geringfügig kleiner als das Profil des Raumvolumens ist, um ein Einschieben des Werkstücks in das Raumvolumen sowie ein Ausschieben des Werkstücks aus dem Raumvolumen jeweils längs der Erstreckungsachse zu ermög-

lichen. Alternativ ist vorgesehen, dass der Querschnitt des Werkstücks zumindest nahezu identisch zum Profil des Raumvolumens ist, wobei in diesem Fall für ein Einsetzen des Werkstücks in das Raumvolumen sowie für ein Entnehmen des Werkstücks aus dem Raumvolumen eine Gestaltveränderung für den Heizabschnitt vorgesehen ist, beispielsweise durch eine elastische Aufweitungsbewegung für den Heizabschnitt. Es kann auch vorgesehen werden, dass der Querschnitt bzw. das Profil des Raumvolumens einstellbar ist, um beispielsweise eine einfache Zuführung des Werkstücks in das Raumvolumen zu begünstigen und anschließend vor dem Erwärmungsvorgang den Querschnitt des Raumvolumens zu verkleinern, damit eine Anpresskraft auf das Werkstück ausgeübt wird, die mit einer verbesserten thermischen Kopplung zwischen Heizabschnitt und Werkstück einhergeht. Nach Beendigung des Erwärmungsvorgangs kann der Querschnitt des Raumvolumens wieder vergrößert werden, um eine einfache Entnahme des Werkstücks aus dem Heizabschnitt zu gewährleisten.

[0010] Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Zweckmäßig ist es, wenn der erste Kontaktabschnitt bandförmig ausgebildet ist und/oder dass der zweite Kontaktabschnitt bandförmig ausgebildet ist. Hierdurch wird eine vorteilhafte Einkopplung des elektrischen Stroms von dem ersten Kontaktabschnitt in den Heizabschnitt und eine vorteilhafte Auskopplung des elektrischen Stroms von dem Heizabschnitt in den zweiten Kontaktabschnitt ermöglicht. Insbesondere können hierdurch Querschnittssprünge für die elektrisch wirksamen Querschnitte an den Übergängen zwischen dem Heizabschnitt und dem ersten und zweiten Kontaktabschnitt vermieden werden.

[0012] Vorteilhaft ist es, wenn der erste Kontaktabschnitt abgewinkelt, insbesondere abgelenkt, zu einem daran angrenzenden ersten Randbereich des Heizabschnitts ausgerichtet ist und/oder der zweite Kontaktabschnitt abgewinkelt, insbesondere abgelenkt, zu einem daran angrenzenden zweiten Randbereich des Heizabschnitts ausgerichtet ist. Hierdurch wird eine vorteilhafte elektrische Anbindung des ersten Kontaktabschnitts und des zweiten Kontaktabschnitts an Stromkabel ermöglicht, die zur Verbindung des Heizabschnitts mit einer Stromquelle ausgebildet sind. Ferner können der erste Kontaktabschnitt und der zweite Kontaktabschnitt in einer Doppelfunktion mechanisch miteinander verbunden werden, um eine Geometrie des Heizabschnitts stabil festlegen zu können. Beispielhaft ist vorgesehen, dass der erste Kontaktabschnitt nahezu um 90 Grad gegenüber dem angrenzenden ersten Randbereich des Heizabschnitts abgewinkelt ist. Ergänzend oder alternativ ist vorgesehen, dass der zweite Kontaktabschnitt nahezu um 90 Grad gegenüber dem angrenzenden zweiten Randbereich des Heizabschnitts abgewinkelt ist.

[0013] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Kontaktabschnitt beabstandet

und parallel zum zweiten Kontaktabschnitt angeordnet ist. Hierdurch wird unter der Voraussetzung, dass sich der erste Kontaktabschnitt und der zweite Kontaktabschnitt gegenüberliegen, eine vorteilhafte mechanische Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Kontaktabschnitt begünstigt.

[0014] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Heizabschnitt mehrere Ausnehmungen aufweist, die jeweils, insbesondere als Ausklinkungen, ausgehend von einem Randbereich des Heizabschnitts erstreckt sind. Mit jeder zusätzlichen Ausnehmung wird der Querschnitt des Heizabschnitts, der von elektrischem Strom durchflossen werden kann, reduziert. Bevorzugt sind die Ausnehmungen derart angeordnet, dass ein effektiver elektrischer Querschnitt längs eines Strompfads, der sich zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt entlang des Heizabschnitts erstreckt, im Wesentlichen konstant ist, um eine möglichst gleichmäßige Erwärmung für den Heizabschnitt zu gewährleisten. Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, eine oder mehrere Ausnehmungen derart zu platzieren, dass der Strompfad lokale Querschnittsverengungen aufweist, an denen eine lokale Temperaturüberhöhung gegenüber umliegenden Bereichen des Heizabschnitts erzielt werden kann, sofern dies durch Eigenschaften des Werkstücks erforderlich ist.

[0015] Bevorzugt ist vorgesehen, dass der erste Kontaktabschnitt, der zweite Kontaktabschnitt und der Heizabschnitt einstückig aus einem Metallblech hergestellt sind. Dies ermöglicht eine Herstellung des Heizelements, das von dem ersten Kontaktabschnitt, dem Heizabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt gebildet wird, in einem kostengünstigen Herstellungsverfahren wie Stanzen, Laserschneiden, Wasserstrahlschneiden, Ätzen. Ferner werden dadurch unerwünschte elektrische Übergangswiderstände zwischen dem jeweiligen Kontaktabschnitt und dem Heizabschnitt vermieden, wie sie bei einer mehrteiligen Ausführung der Kontaktabschnitte und des Heizabschnitts auftreten können. Bevorzugt ist das Heizelement aus einem Edelstahlblech hergestellt, das zunächst als ebenes, streifenförmiges Metallblech mit den gewünschten Ausnehmungen versehen wird und anschließend in einem Umformvorgang durch plastische Deformation in die gewünschte Geometrie umgeformt wird.

[0016] Zweckmäßig ist es, wenn der erste Kontaktabschnitt mit einer Beschichtung, insbesondere mit einer galvanischen Beschichtung, versehen ist, die für eine Erhöhung einer elektrischen Leitfähigkeit des ersten Kontaktabschnitts ausgebildet ist und/oder dass der zweite Kontaktabschnitt mit einer Beschichtung, insbesondere mit einer galvanischen Beschichtung, versehen ist, die für eine Erhöhung einer elektrischen Leitfähigkeit des zweiten Kontaktabschnitts ausgebildet ist. Hiermit kann zusätzlich zur geometrischen Gestaltung des ersten Kontaktabschnitts und des zweiten Kontaktabschnitts ein Einfluss auf die elektrischen Eigenschaften des jeweiligen Kontaktabschnitts genommen werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der erste Kontaktabschnitt und/oder der zweite Kontaktabschnitt bereichsweise oder vollständig mit einer, insbesondere galvanisch aufgetragenen, Beschichtung versehen ist bzw. sind. Beispielsweise kann bei einer Ausführung des Heizelements, das von dem ersten Kontaktabschnitt, dem Heizabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt gebildet wird, aus einem Edelstahlblech eine lokale Verkupferung, Vernickelung oder Vergoldung als Beschichtung vorgesehen werden. Gegebenenfalls kann vorgesehen sein, dass sich die Beschichtung bereichsweise in den Heizabschnitt erstreckt, um am Übergang zwischen Kontaktabschnitt und Heizabschnitt einen zu hohen Stromfluss zu vermeiden.

[0017] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Kontaktabschnitt an einer ersten Längskante des Heizabschnitts angeordnet ist und dass der zweite Kontaktabschnitt an einer zweiten Längskante des Heizabschnitts angeordnet ist, wobei die erste Längskante und die zweite Längskante parallel zueinander beabstandet sind. Vorzugsweise ist der Heizabschnitt als Rechteck ausgebildet, so dass die erste Längskante und die zweite Längskante des Heizabschnitts von den jeweils längsten Seitenkanten dieses Rechtecks gebildet werden. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die beiden Längskanten parallel zur Erstreckungsachse ausgerichtet sind. Durch die Anordnung des ersten Kontaktabschnitts an der ersten Längskante und/oder die Anordnung des zweiten Kontaktabschnitts an der zweiten Längskante wird ein vorteilhafter Stromfluss durch den Heizabschnitt gewährleistet. Dies gilt insbesondere für den Fall, dass der erste Kontaktabschnitt an einem ersten Endbereich der ersten Längskante angeordnet ist und dass der zweite Kontaktabschnitt an einem zweiten Endbereich der zweiten Längskante angeordnet ist, wobei der zweite Endbereich einen maximalen Abstand zum ersten Endbereich aufweist.

[0018] Vorteilhaft ist es, wenn an der ersten Längskante des Heizabschnitts benachbart zum ersten Kontaktabschnitt ein dritter Kontaktabschnitt ausgebildet ist, wobei sich zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem dritten Kontaktabschnitt eine Ausnehmung erstreckt und dass an der zweiten Längskante des Heizabschnitts benachbart zum zweiten Kontaktabschnitt ein vierter Kontaktabschnitt ausgebildet ist, wobei sich zwischen dem zweiten Kontaktabschnitt und dem vierten Kontaktabschnitt eine Ausnehmung erstreckt. An dem dritten und vierten Kontaktabschnitt kann beispielsweise eine zusätzliche oder alternative Stromeinspeisung für den Heizabschnitt vorgenommen werden. Beispielsweise kann vorgesehen sein, für die Durchführung einer thermischen Behandlung eines Werkstücks zunächst eine vollständige Erwärmung des Heizabschnitts durch einen Stromfluss zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt zu bewirken. Zeitlich nachfolgend kann dann eine nur teilweise Erwärmung des Heizabschnitts durch einen Stromfluss zwischen dem dritten Kontaktabschnitt und dem vierten Kontakt-

abschnitt bewirkt werden. Es können auch weitere, zusätzliche Kontaktabschnitte in der Art des dritten und vierten Kontaktabschnitts vorgesehen werden.

[0019] Bevorzugt ist vorgesehen, dass dem Heizelement eine Stromquelle zugeordnet ist, wobei der erste Kontaktabschnitt mit einem ersten Anschluss der Stromquelle verbunden ist und dass der zweite Kontaktabschnitt mit einem zweiten Anschluss der Stromquelle verbunden ist, wobei die Stromquelle für eine Bereitstellung, vorzugsweise für eine impulsartige Bereitstellung, insbesondere für eine geregelte impulsartige Bereitstellung, von elektrischer Energie an den Heizabschnitt ausgebildet ist. Hierbei bildet die Stromquelle einen Bestandteil der Heizeinrichtung und ist zur dauerhaften oder impulsartigen Bereitstellung von elektrischer Energie an das Heizelement ausgebildet. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Stromquelle für eine geregelte Bereitstellung von elektrischem Strom an das Heizelement ausgebildet ist, um eine vorgegebene Erwärmung des Heizelements gewährleisten zu können. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Stromquelle für eine impulsartige Bereitstellung von elektrischer Energie an das Heizelement ausgebildet ist, um eine rasche Aufheizung des Heizelements zu ermöglichen. Nach Ende der impulsartig bereitgestellten elektrischen Energie erfolgt eine rasche Abkühlung des Heizelements. Dabei wird sowohl die rasche Erwärmung als auch die rasche Abkühlung des Heizelements dadurch begünstigt, dass das Heizelement durch die Ausgestaltung des Heizabschnitts aus Metallblech eine geringe thermische Masse aufweist.

[0020] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der erste Kontaktabschnitt und der zweite Kontaktabschnitt oder der dritte Kontaktabschnitt und der vierte Kontaktabschnitt mit einer Messeinrichtung verbunden sind, die für eine Erfassung eines elektrischen Widerstands in einem elektrischen Pfad zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt oder zwischen dem dritten Kontaktabschnitt und dem vierten Kontaktabschnitt ausgebildet ist, wobei die Stromquelle mit der Messeinrichtung verbunden ist und zur Auswertung von Signalen der Messeinrichtung für eine geregelte Bereitstellung von elektrischer Energie an den Heizabschnitt ausgebildet ist.

[0021] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass eine Richtung einer größten Ausdehnung der Ausnehmung mit der Erstreckungsachse einen Winkel in einem Intervall von 45 Grad bis 90 Grad einnimmt. Hierdurch wird die gewünschte Querschnittsverringering für den Stromfluss durch den Heizabschnitt mit einer eher geringen Beeinträchtigung der mechanischen Stabilität des Heizabschnitts kombiniert. Bei einer Ausnehmung, die längs einer Geraden erstreckt ist, bildet diese Gerade eine Parallele zur Erstreckungsachse. Bei einer gekrümmt ausgebildeten Ausnehmung wird die Erstreckungsachse als Abstand zwischen einem Anfang und einem Ende der Ausnehmung definiert.

[0022] Zweckmäßig ist es, wenn an einer Innenober-

fläche des Heizabschnitts eine elektrisch isolierende Beschichtung angeordnet ist. Die Aufgabe dieser elektrisch isolierenden Beschichtung besteht darin, eine unerwünschte Anhaftung des Werkstücks am Heizabschnitt zu verhindern. Ergänzend oder alternativ kann die Aufgabe der elektrisch isolierenden Beschichtung darin bestehen, eine unerwünschte Ableitung elektrischer Energie auf ein elektrisch leitendes Werkstück zu unterbinden. Die Beschichtung kann insbesondere aus einem thermisch stabilen Kunststoffmaterial, insbesondere aus PTFE (Polytetrafluorethylen) oder PEEK (Polyetheretherketon), hergestellt sein. Ferner kann die Beschichtung abweichend vom Heizabschnitt, der mit wenigstens einer Ausnehmung versehen ist, eine geschlossene Innenoberfläche aufweisen, so dass die wenigstens eine Ausnehmung im Heizabschnitt überbrückt wird und ein Herausquellen des Werkstücks während des Erwärmungsvorgangs vermieden wird. Vorzugsweise weist die elektrisch isolierende Beschichtung eine Wärmeleitfähigkeit auf, die höher als die Wärmeleitfähigkeit des zu bearbeitenden Werkstücks ist.

[0023] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt ein elektrischer Isolator angeordnet ist, der den ersten Kontaktabschnitt mechanisch mit dem zweiten Kontaktabschnitt verbindet, wobei ein Querschnitt des vom Heizabschnitt begrenzten Raumvolumens von einem Abstand zwischen dem ersten Kontaktabschnitt und dem zweiten Kontaktabschnitt bestimmt wird. Beispielhaft ist vorgesehen, dass der Heizabschnitt als Zylindermantel mit einem Längsschlitz ausgebildet ist und dass die Erstreckungsachse des Raumvolumens einer Zylinderachse des Zylindermantels entspricht. Dabei begrenzen die erste Längskante und die zweite Längskante den Längsschlitz und sind mit dem ersten Kontaktabschnitt bzw. dem zweiten Kontaktabschnitt versehen. Der erste Kontaktabschnitt und der zweite Kontaktabschnitt sind an einander entgegengesetzten Endbereichen der ersten und zweiten Längskante angeordnet. Vorzugsweise erstrecken sich über die gesamte erste Längskante und über die gesamte zweite Längskante weitere Kontaktabschnitte. Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass an der ersten Längskante ausgebildete Kontaktabschnitte mit gegenüberliegend an der zweiten Längskante angeordneten Kontaktabschnitten mechanisch verbunden sind, um eine ausreichende Formstabilität für den Heizabschnitt zu gewährleisten. Vorzugsweise sind zwischen den sich gegenüberliegenden Kontaktabschnitten jeweils elektrische Isolatoren, beispielsweise aus Kunststoffmaterial, angeordnet, die die Abstände zwischen den Kontaktabschnitten bestimmen.

[0024] Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt. Hierbei zeigt:

Figur 1 eine streng schematische, perspektivische Darstellung einer Heizeinrichtung mit einem Heizelement und einer Stromquelle,

Figur 2 eine streng schematische Vorderansicht einer Variante des Heizelements gemäß der Figur 1 mit einstellbarem Innendurchmesser, und

Figur 3 eine streng schematische Darstellung eines Rohlings für das Heizelement gemäß den Figuren 1 und 2 als ebener Laserzuschnitt vor der Durchführung einer plastischen Deformation.

[0025] Eine in der Figur 1 rein schematisch dargestellte Heizeinrichtung 1 umfasst ein Heizelement 2 und eine Stromquelle 3, die über elektrische Verbindungsleitungen 4, 5, 6, 7 mit dem Heizelement 2 elektrisch verbunden ist.

[0026] Das Heizelement 2 ist für eine thermische Behandlung eines schematisch dargestellten Werkstücks 51 ausgebildet, das rein exemplarisch kreiszylindrisch ausgebildet ist. Dementsprechend weist das Heizelement 2 einen Heizabschnitt 11 auf, der aus einem Metallblech, insbesondere einem Edelstahlblech, hergestellt ist. Der Heizabschnitt 11 ist rein exemplarisch als Zylindermantel ausgebildet, der sich längs einer Erstreckungsachse 12 erstreckt und der mit einem Längsschlitz 13 versehen ist. Ferner weist der Heizabschnitt 11 mehrere Ausnehmungen 15 auf, die nachstehend näher beschrieben werden. Vorzugsweise ist der Heizabschnitt 11 an einer Innenoberfläche 16 mit einer Beschichtung 17 versehen, die mit Ausnahme des Längsschlitzes 13 eine geschlossene Innenoberfläche 18 aufweist und auch die Ausnehmungen 15 überdeckt. Bevorzugt ist die Beschichtung 17 aus einem thermisch hochbelastbaren Kunststoffmaterial hergestellt und mit einer gleichförmigen Schichtstärke auf den Heizabschnitt 11 aufgebracht, so dass auch die Innenoberfläche 18 der Beschichtung 17 als Zylindermantel ausgebildet ist.

[0027] Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Beschichtung 17 stoffschlüssig an der Innenoberfläche 16 des Heizabschnitts 11 angebracht ist. Somit begrenzt die Innenoberfläche 18 der Beschichtung 18 des Heizabschnitts 11 ein kreiszylindrisches Raumvolumen 14 nahezu vollständig, lediglich im Bereich des Längsschlitzes 13 liegt keine Begrenzung des Raumvolumens 14 vor.

[0028] Die Aufgabenstellung für das Heizelement 2 besteht darin, das Werkstück 51 zu erwärmen, um beispielsweise eine Veränderung eines Gefüges oder einer Matrix des Werkstücks 51 zu bewirken. Um eine vorteilhafte thermische Kopplung zwischen dem Heizelement 2 und dem Werkstück 51 zu gewährleisten, ist das vom Heizabschnitt 11 mit der darauf aufgetragenen Beschichtung 17 begrenzte Raumvolumen 14 geometrisch ähnlich zum Werkstück 51 ausgebildet. Ein Unterschied zwischen der Geometrie des Werkstücks 51 und dem Raumvolumen 14 liegt insbesondere in der Dimensionierung, da ein Innendurchmesser 19 des Raumvolumens 14 geringfügig größer als ein Außendurchmesser 52 des Werkstücks 51 gewählt ist, um eine vorteilhafte

Aufnahme des Werkstücks 51 im Raumvolumen 14 zu gewährleisten.

[0029] An einer ersten Längskante 21 des Längsschlitzes 13 sowie an einer zweiten Längskante 22 des Längsschlitzes 13 sind streifenförmig ausgebildete Kontaktabschnitte angebracht, die jeweils von den Ausnehmungen 15 voneinander getrennt werden. Von besonderer Bedeutung sind hierbei der erste Kontaktabschnitt 31 und der zweite Kontaktabschnitt 32, die für die Bereitstellung eines elektrischen Stroms an den Heizabschnitt 11 genutzt werden. Ferner wird nachstehend auch auf die Funktion eines dritten Kontaktabschnitts 33 und eines vierten Kontaktabschnitts 34 näher eingegangen.

[0030] Rein exemplarisch ist vorgesehen, dass alle an der ersten Längskante 21 angeordneten Kontaktabschnitte, zu denen auch die Kontaktabschnitte 31 bis 34 zugehörig sind, in einer ersten Ebene 41 angeordnet sind. Ferner ist rein exemplarisch vorgesehen, dass alle an der zweiten Längskante 22 angeordneten Kontaktabschnitte in einer zweiten Ebene 42 angeordnet sind. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die erste Ebene 41 und die zweite Ebene 42 parallel zueinander ausgerichtet sind. Beispielhaft ist vorgesehen, dass zwischen den an der ersten Längskante 21 angeordneten Kontaktabschnitten und den an der zweiten Längskante 22 angeordneten Kontaktabschnitten ein elektrischer Isolator 61 angeordnet ist, mit dem die Kontaktabschnitte mechanisch mit einem definierten Abstand 65 miteinander verbunden werden. Die Kontaktabschnitte 31 bis 34 sowie die weiteren, nicht bezeichneten Kontaktabschnitte sind jeweils längs einer Knicklinie, die mit der ersten Längskante 21 bzw. der zweiten Längskante 22 übereinstimmt, gegenüber dem Heizabschnitt 11 abgelenkt. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Herstellung des Heizelements 2 in einem Biegeverfahren mit plastischer Deformation des Heizabschnitts 11 und Abkantung der Kontaktabschnitte vorgenommen wird.

[0031] Wie der Darstellung der Figur 1 entnommen werden kann, steht die Stromquelle 3 mit den Kontaktabschnitten 31 bis 34 über die Verbindungsleitungen 4 bis 7 in elektrischer Verbindung. Über die beiden Verbindungsleitungen 4 und 5 findet eine elektrische Stromversorgung des Heizelements 2 statt. Über die beiden Verbindungsleitungen 6 und 7 kann die Stromquelle 3 beispielsweise einen elektrischen Widerstand eines Abschnitts des Heizelements 2 ermitteln, um daraus eine Temperatur dieses Abschnitts zu berechnen, die wiederum als Grundlage für eine Stromregelung für den an den Kontaktabschnitten 31 und 32 bereitgestellten Strom genutzt werden kann. Die Anbringung der Verbindungsleitungen 4 bis 7 an den Kontaktabschnitten 31 bis 34 ist aus Gründen einer übersichtlichen Darstellung vorgesehen. Bei einer praktischen Anwendung der Heizeinrichtung 1 ist eine Zusammenstellung der Verbindungen zwischen der Stromquelle 3 und dem Heizelement 2 zu bevorzugen, wie sie in der Figur 3 angedeutet ist.

[0032] Bei der Ausführungsform des Heizelements 2 gemäß der Figur 1 ist der Isolator 61 stoffschlüssig an

einander gegenüberliegenden Innenoberflächen der Kontaktabschnitte festgelegt, wodurch die sich gegenüberliegenden Kontaktelemente einen fest vorgegebenen Abstand zueinander aufweisen. Dementsprechend ist auch der Innendurchmesser 19 des Raumvolumens 14 fest vorgegeben.

[0033] Das Heizelement 2 gemäß der Darstellung der Figur 2 unterscheidet sich vom Heizelement 2 gemäß der Figur 1 lediglich dadurch, dass der Isolator 61 aus einem elektrisch isolierenden und gestaltveränderlichen, insbesondere gummielastischen, Material hergestellt ist. Ferner ist vorgesehen, dass jeweils gegenüberliegend angeordnete Kontaktabschnitte, von denen in der Figur 2 aufgrund der Schnittdarstellung die Kontaktabschnitte 33 und 35 sichtbar sind, durch eine Schraubverbindung 62, die eine Schraube 63 und eine darauf aufgeschraubte Mutter 64 umfasst, in ihrem Abstand 65 zueinander eingestellt werden können. Hierdurch kann der Innendurchmesser 19 des Raumvolumens 14 in gewissen Grenzen an die Erfordernisse des Werkstücks 51 angepasst werden. Insbesondere kann eine Einstellung eines Anpressdrucks, der vom Heizelement 2 auf das Werkstück 51 ausgeübt wird, vorgenommen werden, womit auch eine Einstellung der thermischen Kopplung zwischen Heizelement 2 und Werkstück 51 einhergeht. Ferner ist aus der Figur 2 zu erkennen, dass sich die Ausnehmung 15 ausgehend vom Kontaktabschnitt 33 bis kurz vor den Kontaktabschnitt 35 erstreckt.

[0034] In der Figur 3 ist das Heizelement 2 gemäß der Figur 1 als Rohbauteil vor der Durchführung einer plastischen Deformation gezeigt. Beispielhaft weist das Heizelement 2 eine rechteckige Gestalt auf und ist als Planparallelplatte ausgebildet. Rein exemplarisch ist das aus einem Stahlblech hergestellte Heizelement 2 durch Laserschneiden strukturiert worden. Im Zuge des Laserschneidverfahrens zur Herstellung des Heizelements 2 werden die Ausnehmungen 15, die jeweils ausgehend von einer der beiden Längskanten 66, 67 in Richtung der jeweils gegenüberliegenden Längskante 66, 67 erstreckt sind, hergestellt. Rein exemplarisch ist eine Längserstreckung der jeweiligen Ausnehmung 15 quer, also in einem 90-Grad-Winkel, zur Erstreckungsachse 12 ausgerichtet. Durch die Ausnehmungen 15 wird ein symbolisch in der Figur 3 eingezeichneter Strompfad 36 vorgegeben, der vom ersten Kontaktabschnitt 31 zum zweiten Kontaktabschnitt 32 verläuft und der erheblich länger als ein Abstand 68 zwischen dem ersten Kontaktabschnitt 31 und dem zweiten Kontaktabschnitt 32 ist. Rein exemplarisch sind die Ausnehmungen 15 derart angeordnet und dimensioniert, dass ein für den Stromfluss zur Verfügung stehender Querschnitt des Heizelements 2 längs des Strompfads 36 zumindest weitgehend konstant ist und damit längs des Strompfads 36 jeweils zumindest im Wesentlichen der gleiche elektrische Widerstand vorliegt.

[0035] Beispielhaft ist vorgesehen, dass die Kontaktabschnitte jeweils ausgehend von der unteren bzw. oberen Längskante 66, 67 bis kurz vor eine untere bzw. obere

Biegelinie 69, 70 mit einer Beschichtung 71 versehen sind. Bei dieser Beschichtung 71, die zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit der Kontaktabschnitte dient, handelt es sich insbesondere um eine galvanisch beidseitig auf die Kontaktabschnitte aufgebrachte Kupferschicht oder Goldschicht oder Nickelschicht. Die Biegelinien 69, 70 werden nach der Umformung des Rohbauteils gemäß der Figur 3 zu den Längskanten 21, 22, wie sie in der Figur 1 dargestellt sind.

[0036] Ferner sind die Kontaktabschnitte jeweils mit einer Bohrung 72 versehen, um die Verschraubung mittels der in Figur 2 gezeigten Schraubverbindung 62 zu ermöglichen.

Patentansprüche

1. Heizeinrichtung (1) zur thermischen Behandlung eines stabförmigen Werkstücks (51), mit einem Heizelement (2), das einen ersten elektrisch leitenden Kontaktabschnitt (31), einen zweiten elektrisch leitenden Kontaktabschnitt (32) sowie einen zwischen dem ersten Kontaktabschnitt (31) und dem zweiten Kontaktabschnitt (32) erstreckten, aus einem bandförmigen Metallmaterial hergestellten Heizabschnitt (11) aufweist, wobei der Heizabschnitt (11) ein längs einer Erstreckungsachse (12) ausgedehntes, vorzugsweise zylindrisches, insbesondere kreiszylindrisches oder prismatisches, Raumvolumen (14) nahezu vollständig begrenzt, wobei der Heizabschnitt (11) mit wenigstens einer Ausnehmung (15) versehen ist, die eine Länge eines elektrischen Pfads (36) zwischen dem ersten Kontaktabschnitt (31) und dem zweiten Kontaktabschnitt (32) vergrößert
2. Heizeinrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kontaktabschnitt (31) bandförmig ausgebildet ist und/oder dass der zweite Kontaktabschnitt (32) bandförmig ausgebildet ist.
3. Heizeinrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kontaktabschnitt (31) abgewinkelt, insbesondere abgelenkt, zu einem daran angrenzenden ersten Randbereich des Heizabschnitts (11) ausgerichtet ist und/oder der zweite Kontaktabschnitt (32) abgewinkelt, insbesondere abgelenkt, zu einem daran angrenzenden zweiten Randbereich des Heizabschnitts (11) ausgerichtet ist.
4. Heizeinrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kontaktabschnitt (31) beabstandet und parallel zum zweiten Kontaktabschnitt (32) angeordnet ist.
5. Heizeinrichtung (1) nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heizabschnitt

(11) mehrere Ausnehmungen (15) aufweist, die jeweils, insbesondere als Ausklinkungen, ausgehend von einem Randbereich (66, 67) des Heizabschnitts (11) erstreckt sind.

6. Heizeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kontaktabschnitt (31), der zweite Kontaktabschnitt (32) und der Heizabschnitt (11) einstückig aus einem Metallblech hergestellt sind.
7. Heizeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kontaktabschnitt (31) mit einer Beschichtung (71), insbesondere mit einer galvanischen Beschichtung, versehen ist, die für eine Erhöhung einer elektrischen Leitfähigkeit des ersten Kontaktabschnitts (31) ausgebildet ist und/oder dass der zweite Kontaktabschnitt (32) mit einer Beschichtung (71), insbesondere mit einer galvanischen Beschichtung, versehen ist, die für eine Erhöhung einer elektrischen Leitfähigkeit des zweiten Kontaktabschnitts (32) ausgebildet ist.
8. Heizeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Kontaktabschnitt (31) an einer ersten Längskante (21) des Heizabschnitts (11) angeordnet ist und dass der zweite Kontaktabschnitt (32) an einer zweiten Längskante (22) des Heizabschnitts (11) angeordnet ist, wobei die erste Längskante (21) und die zweite Längskante (22) parallel zueinander beabstandet sind.
9. Heizeinrichtung (1) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der ersten Längskante (21) des Heizabschnitts (11) benachbart zum ersten Kontaktabschnitt (31) ein dritter Kontaktabschnitt (33) ausgebildet ist, wobei sich zwischen dem ersten Kontaktabschnitt (31) und dem dritten Kontaktabschnitt (33) eine Ausnehmung (15) erstreckt und dass an der zweiten Längskante (22) des Heizabschnitts (11) benachbart zum zweiten Kontaktabschnitt (32) ein vierter Kontaktabschnitt (34) ausgebildet ist, wobei sich zwischen dem zweiten Kontaktabschnitt (32) und dem vierten Kontaktabschnitt (34) eine Ausnehmung (15) erstreckt.
10. Heizeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Heizelement (11) eine Stromquelle (3) zugeordnet ist, wobei der erste Kontaktabschnitt (31) mit einem ersten Anschluss der Stromquelle (3) verbunden ist und dass der zweite Kontaktabschnitt (32) mit einem zweiten Anschluss der Stromquelle (3) verbunden ist, wobei die Stromquelle (3) für eine Bereitstellung, vorzugsweise für eine impulsartige Bereitstellung, insbesondere für eine geregelte impulsartige Bereit-

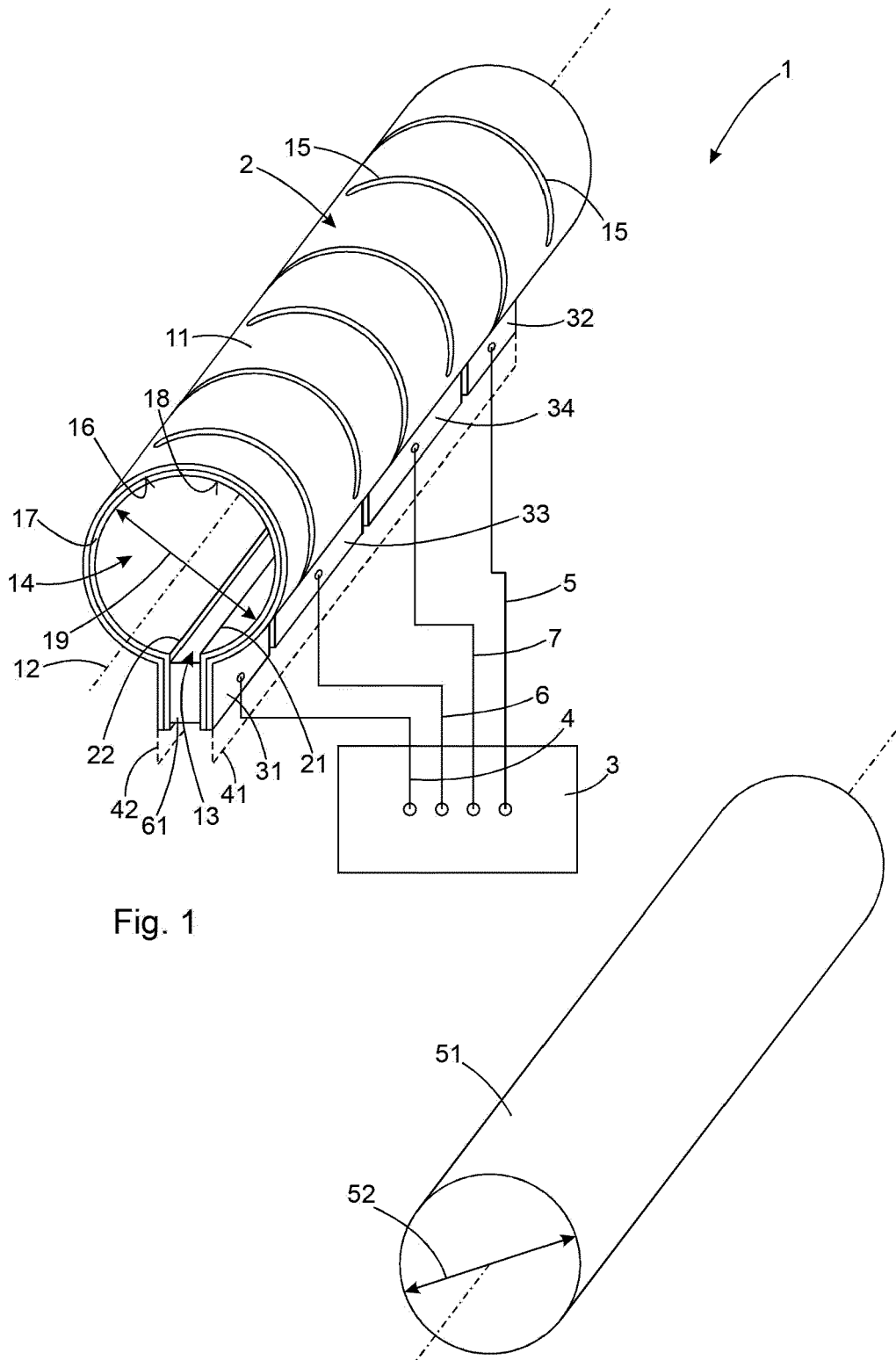
stellung, von elektrischer Energie an den Heizabschnitt (11) ausgebildet ist.

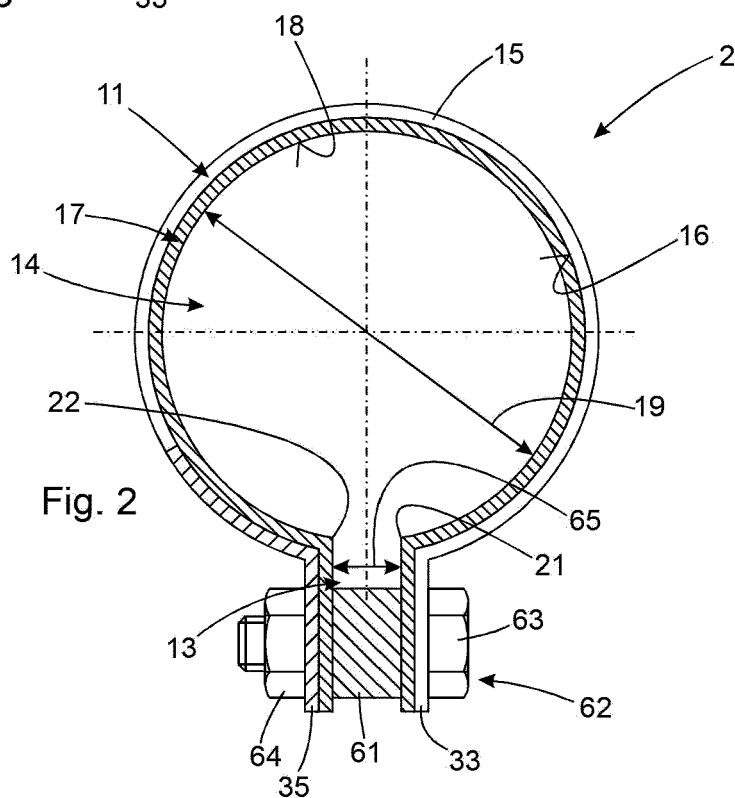
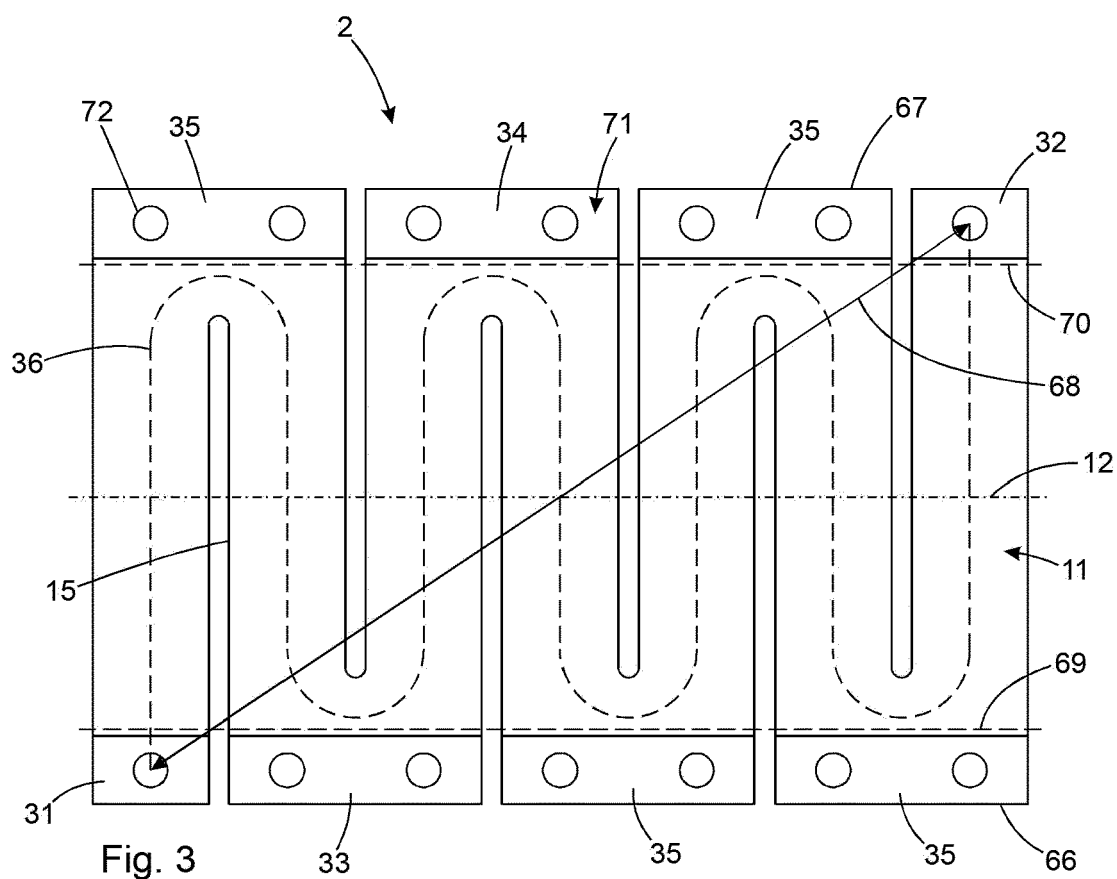
11. Heizeinrichtung (1) nach Anspruch 10 in Verbindung mit Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der dritte Kontaktabschnitt (33) und der vierte Kontaktabschnitt (34) mit einer Messeinrichtung verbunden sind, die für eine Erfassung eines elektrischen Widerstands in einem elektrischen Pfad zwischen dem dritten Kontaktabschnitt und dem vierten Kontaktabschnitt ausgebildet ist, wobei die Stromquelle (3) mit der Messeinrichtung verbunden ist und zur Auswertung von Signalen der Messeinrichtung für eine geregelte Bereitstellung von elektrischer Energie an den Heizabschnitt (11) ausgebildet ist.
12. Heizeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Richtung einer größten Ausdehnung der Ausnehmung (15) mit der Erstreckungsachse (12) einen Winkel in einem Intervall von 45 Grad bis 90 Grad einnimmt.
13. Heizeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an einer Innenoberfläche (16) des Heizabschnitts (11) eine elektrisch isolierende Beschichtung (17) angeordnet ist.
14. Heizeinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem ersten Kontaktabschnitt (31) und dem zweiten Kontaktabschnitt (32) ein elektrischer Isolator (61) angeordnet ist, der den ersten Kontaktabschnitt (31) mechanisch mit dem zweiten Kontaktabschnitt (32) verbindet, wobei ein Querschnitt des vom Heizabschnitt begrenzten Raumvolumens (14) von einem Abstand (65) zwischen dem ersten Kontaktabschnitt (31) und dem zweiten Kontaktabschnitt (32) bestimmt wird.

45

50

55







EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 20 9103

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2017/127476 A1 (LU ZHONG-HAO [US] ET AL) 4. Mai 2017 (2017-05-04) * Zusammenfassung; Abbildungen 1A-6, 12 * * Absätze [0051] - [0063], [0079] * -----	1-14	INV. H05B3/34 H05B3/58
X	US 2005/184056 A1 (JOHNSON J EVAN [US]) 25. August 2005 (2005-08-25) * Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2, 4, 4A * * Absätze [0011] - [0013], [0021] - [0033] * -----	1-14	
X	US 4 558 210 A (LEARY JOHN F [US]) 10. Dezember 1985 (1985-12-10) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 * * Spalte 2, Zeile 24 - Spalte 4, Zeile 18 * -----	1-14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		2. Mai 2024	Varelas, Dimitrios
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			

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

EP 23 20 9103

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten
 Patentedokumente 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.

02-05-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2017127476 A1	04-05-2017	CN 107079532 A	18-08-2017
		EP 3155870 A1	19-04-2017
		JP 2017521824 A	03-08-2017
		US 2017127476 A1	04-05-2017
		WO 2015192023 A1	17-12-2015

US 2005184056 A1	25-08-2005	KEINE	

US 4558210 A	10-12-1985	KEINE	

EPO FORM P0461

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