



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.10.2018 Patentblatt 2018/41

(51) Int Cl.:
H05B 1/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18166178.6**

(22) Anmeldetag: **06.04.2018**

(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:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Alterheat GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(72) Erfinder: **Neumann, Werner**
81735 München (DE)

(74) Vertreter: **Schlimme, Wolfram**
Haidgraben 2
85521 Ottobrunn (DE)

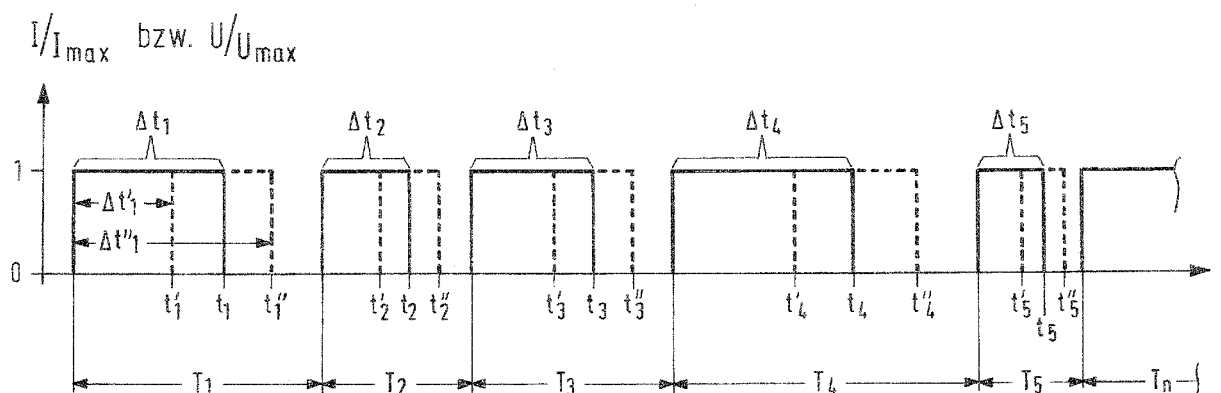
(30) Priorität: **07.04.2017 DE 102017107540**

(54) **ELEKTRISCHE DIREKTHEIZVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER SOLCHEN**

(57) Eine elektrische Direktheizvorrichtung ausgebildet als Flächenheizvorrichtung, mit zumindest einem ersten elektrischen Anschlusselement (10), zumindest einem zweiten elektrischen Anschlusselement (12), wobei die Anschlusselemente (10, 12) mit einer elektrischen Stromversorgungseinrichtung (2) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sind, zumindest einem sich zwischen den zumindest zwei Anschlusselementen (10, 12) erstreckenden elektrischen Heizelement (14) und einer elektrischen Steuerungseinrichtung (3) zeichnet sich dadurch aus, dass die Steuerungseinrichtung (3) eine Mo-

dulationseinrichtung (30) aufweist, die so ausgebildet ist, dass sie ein moduliertes Spannungssignal für die an die Anschlusselemente (10, 12) angelegte elektrische Spannung erzeugt oder dass sie die Stromstärke des elektrischen Stromflusses von der Stromversorgungseinrichtung (2) zu den Anschlusselementen (10, 12) moduliert, und dass eine Frequenzvariationseinrichtung (32) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass sie die Modulationsfrequenz (F) des Spannungssignals beziehungsweise der Stromstärke über die Zeit variiert.

Fig. 2



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Direktheizvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Sie betrifft weiterhin ein Verfahren zur Steuerung einer elektrischen Direktheizvorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 8.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Eine Elektrodirektheizung nutzt elektrische Widerstände zur Erzeugung von Wärme zu Heizzwecken. Diese Elektrodirektheizung kann Heizelemente (z.B. Widerstandsdrähte) aufweisen, sie kann aber auch als Flächenheizung ausgebildet sein, wobei ein elektrischer Widerstand aufweisendes flächiges Element elektrische Anschlusselemente aufweist, die mit elektrischem Strom gespeist werden. Sowohl in einer mit Heizelementen versehenen Elektrodirektheizung als auch in einer als Flächenheizung ausgebildeten Elektrodirektheizung werden elektromagnetische Felder um die stromdurchflossenen Leiter herum erzeugt. Diese elektromagnetischen Felder sind direkt proportional zu Spannung und Stromstärke im stromdurchflossenen Leiter.

[0003] Verändern sich diese elektromagnetischen Felder, weil beispielsweise Gegenstände in diesem Feld bewegt werden oder Menschen dieses Feld durchschreiten, so entsteht eine elektromagnetische Induktion, die Einfluss auf die elektromagnetische Verträglichkeit für den Menschen ausübt. Insbesondere dann, wenn durch diese elektromagnetische Induktion Resonanzen im elektromagnetischen Feld auftreten, kann die elektromagnetische Verträglichkeit für den Menschen stark herabgesetzt sein.

STAND DER TECHNIK

[0004] Aus der DE 20 2016 106 096 U1 ist eine Heizfarbe bekannt, die ein Bindemittel und zwei Leitfähigkeitsadditive umfasst, wobei die Leitfähigkeitsadditive Graphit und Ruß umfassen. Als Bindemittel wird ein elektrisch nicht leitfähiges Polymer verwendet und es wird explizit ausgesagt, dass diese Heizfarbe frei von elektrisch leitfähigen Karbonfasern und Kohlenstoff-Nanotubes ist, um möglichst eine Selbstaggregation der leitenden Partikel in der Heizfarbe zu verhindern. Diese Flächenheizvorrichtung kann sowohl mit Wechselspannung als auch mit Gleichspannung betrieben werden und eine Steuerungseinrichtung kann vorgesehen sein.

[0005] Aus der DE 21 51 626 A ist eine Heizfarbe bekannt, die aus einem Bindemittel mit Graphit und Ruß als Leitfähigkeitsadditiven besteht, die in eine Kunststoffdispersion eingebunden sind.

[0006] Aus der DE 20 2010 012 457 U1 ist eine Flächenheizeinrichtung bekannt, bei der eine stuckaturnmäßig aufgetragene Masse vorgesehen ist, die in eine Ma-

trix eingemischte Kohlenstoff-Nanoröhren aufweist.

[0007] Die DE 20 2015 004 895 U1 zeigt und beschreibt einen Wandaufbau mit integrierten Infrarot-Heizelementen aus Gipskarton oder anderen plattenförmigen Baustoffen. Diese Flächenheizeinrichtung kann mit einer Niedervolt-Stromquelle bei einer Spannung von 60 V oder weniger betrieben werden. Zur Regelung der von der Flächenheizeinrichtung abgegebenen Temperatur kann eine steuer- oder regelbare Stromquelle eingesetzt werden.

[0008] Die DE 22 34 216 C3 zeigt und beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines starren, durch Elektrizität aufheizbaren Flächenelements, bei welchem ein aus Blech bestehender Trägerkörper mit einer Epoxidharzbeschichtung versehen wird, auf welche ein Heizfilm aufgespritzt wird. Dieses Flächenheizelement kann für Spannungen von 12, 24, 42, 60 oder 110 V eingerichtet sein.

[0009] Aus der DE 20 2004 003 511 U1 ist eine Schaltungsanordnung mit einstellbarer elektrischer Ausgangsleistung bekannt, die insbesondere für Flächenheizungen vorgesehen ist. Bei dieser Schaltungsanordnung wird einerseits die Ausgangsleistung nach Art einer Ein-Aus-Steuerung lediglich periodisch zwischen einem oberen und einem unteren Grenzwert hin und her geschaltet und andererseits wird der Zeitpunkt der Umschaltung zwischen den beiden Grenzwerten innerhalb einer vorgegebenen Basisperiode zur Leistungsmengeinstellung manuell variiert. Dabei kann die zeitliche Länge der Basisperiode ebenfalls manuell verändert werden. Der Zeitpunkt der Umschaltung zwischen den beiden Grenzwerten kann auf der Grundlage eines Sensorsignals entlang der Zeitachse hin zu einem früheren Zeitpunkt oder zu einem späteren Zeitpunkt verschoben werden. Es wird hier also die elektrische Leistung in gleichmäßigen oder unterschiedlichen Zeitintervallen getaktet. Auf welche Weise dies erfolgt, ist nicht offenbart.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

[0010] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine gattungsgemäße elektrische Direktheizvorrichtung so auszugestalten, dass deren Wärmeabgabe regelbar ist, ohne dass dabei die elektromagnetische Verträglichkeit für sich in der Nähe befindliche biologische Organismen, insbesondere für Menschen und andere Säugetiere, negativ beeinflusst wird. Des Weiteren ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung einer elektrischen Direktheizvorrichtung anzugeben, welches die elektromagnetische Verträglichkeit für biologische Organismen, insbesondere für Menschen und andere Säugetiere, verbessert.

[0011] Der auf die Vorrichtung gerichtete Teil der Erfindung wird gelöst durch eine elektrische Direktheizvorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

[0012] Diese elektrische Direktheizvorrichtung, die insbesondere als eine Flächenheizvorrichtung ausgebil-

det ist, ist versehen mit zumindest einem ersten elektrischen Anschlusselement, zumindest einem zweiten elektrischen Anschlusselement, wobei die Anschlusselemente mit einer elektrischen Stromversorgungseinrichtung elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sind, zumindest einem sich zwischen den zumindest zwei Anschlusselementen erstreckenden elektrischen Heizelement und einer elektrischen Steuerungseinrichtung. Erfindungsgemäß ist dabei vorgesehen, dass die Steuerungseinrichtung eine Modulationseinrichtung aufweist, die so ausgebildet ist, dass sie entweder ein moduliertes Spannungssignal für die an die Anschlusselemente angelegte elektrische Spannung erzeugt oder dass sie die Stromstärke des elektrischen Stromflusses von der Stromversorgungseinrichtung zu den Anschlusselementen moduliert, und dass weiterhin eine Frequenzvariationseinrichtung vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass sie die Modulationsfrequenz des Spannungssignals beziehungsweise der Stromstärke über die Zeit variiert.

VORTEILE

[0013] Diese erfindungsgemäße Ausgestaltung der elektrischen Direktheizvorrichtung gestattet es, entweder ein an den Anschlusselementen anliegendes elektrisches Spannungssignal, insbesondere ein Gleichspannungssignal, oder eine Stromstärke des den Anschlusselementen zugeführten elektrischen Stroms, vorzugsweise Gleichstroms, zu modulieren, wobei die Modulationsfrequenz über die Zeit variiert. Diese Variation der Modulationsfrequenz sorgt dafür, dass sich keine Resonanzen in der elektrischen Versorgungsspannung oder in dem zugeführten elektrischen Strom bilden können, so dass auch das sich bildende elektromagnetische Feld ständig variiert und nicht in Resonanz gerät. Daher sind die Auswirkungen des elektromagnetischen Feldes auf biologische Organismen besonders gering.

[0014] Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungsmerkmale der erfindungsgemäßen elektrischen Direktheizvorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 7.

[0015] Bevorzugt ist die Modulationseinrichtung eine Pulsweiten-Modulationseinrichtung. Sie kann alternativ aber auch eine Pulslängen-Modulationseinrichtung oder eine Amplituden-Modulationseinrichtung sein.

[0016] Von besonderem Vorteil bei allen vorgenannten Ausführungsformen ist es, wenn die Frequenzvariationseinrichtung einen Zufallsgenerator aufweist oder von einem Zufallsgenerator beaufschlagt wird, der ein Steuersignal für die Variation der Modulationsfrequenz liefert.

[0017] Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass das Heizelement der elektrischen Direktheizvorrichtung als Flächenheizelement ausgebildet ist. Dabei weist bevorzugter Weise das Flächenheizelement elektrisch leitendes Anstrichmaterial oder elektrisch leitendes Beschichtungsmaterial auf. Derartiges Anstrich- oder Beschichtungs-

material kann beispielsweise als flüssige oder pastöse streichfähige Masse ausgebildet sein. Als Beschichtungsmaterial kann auch beispielsweise eine elektrisch leitfähige Folie oder Matte vorgesehen sein.

[0018] Der auf das Verfahren gerichtete Teil der Aufgabe wird gelöst durch das Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8.

[0019] Dieses erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung einer elektrischen Direktheizvorrichtung, zum Beispiel einer Flächenheizvorrichtung, insbesondere einer erfindungsgemäßen elektrischen Direktheizvorrichtung, wobei die Direktheizvorrichtung versehen ist mit zumindest einem ersten elektrischen Anschlusselement, zumindest einem zweiten elektrischen Anschlusselement, wobei die Anschlusselemente mit einer elektrischen Stromversorgungseinrichtung elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sind, zumindest einem sich zwischen den zumindest zwei Anschlusselementen erstreckenden elektrischen Heizelement und einer elektrischen Steuerungseinrichtung, umfasst die Schritte:

a) Modulieren der an die Anschlusselemente angelegten elektrischen Spannung oder

a') Modulieren der Stromstärke des elektrischen Stromflusses von der Stromversorgungseinrichtung zu den Anschlusselementen, und

b) Variieren der Modulationsfrequenz der an die Anschlusselemente angelegten elektrischen Spannung beziehungsweise des elektrischen Stromflusses von der Stromversorgungseinrichtung zu den Anschlusselementen über die Zeit.

[0020] Die erfindungsgemäße Modulation der an die Anschlusselemente angelegten elektrischen Spannung oder der Stromstärke des zu den Anschlusselementen geführten elektrischen Stromflusses und die Variation der Modulationsfrequenz sorgen für die bereits erwähnte Verhinderung von in Resonanz geratenden elektrischen Feldern, die von der elektrischen Direktheizvorrichtung erzeugt werden. Eine solche Resonanzvermeidung führt zu einer höheren elektromagnetischen Verträglichkeit für biologische Organismen.

[0021] Vorzugsweise erfolgt die Variation der Modulationsfrequenz nach dem Zufallsprinzip, wodurch erreicht wird, dass durch die aktive Modulation keine Resonanzen des elektromagnetischen Feldes erzeugt werden.

[0022] Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Modulationsfrequenz einen Sollwert aufweist, der im Bereich von 0,005 Hz bis 0,15 Hz, vorzugsweise zwischen 0,01 Hz und 0,1 Hz, liegt, und wenn die Veränderung der Modulationsfrequenz um diesen Sollwert herum erfolgt, vorzugsweise derart, dass die tatsächliche aktuelle Modulationsfrequenz in einem Bereich von + 50 % und - 50 % bezogen auf den Sollwert der Modulationsfrequenz liegt.

[0023] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung mit zusätzlichen Ausgestaltungsdetails und weite-

ren Vorteilen sind nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben und erläutert.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0024] Es zeigt:

Fig. 1 ein schematisches Schaubild einer erfindungsgemäßen elektrischen Direktheizungsvorrichtung.

DARSTELLUNG VON BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0025] In Fig. 1 ist schematisch eine elektrische Direktheizvorrichtung 1 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Eine mit einer Gleichstromquelle 20 versehene elektrische Stromversorgungseinrichtung 2 ist mit ihrem Pluspol an einen entsprechenden elektrischen Eingangsanschluss 31 einer elektrischen Steuerungseinrichtung 3 angeschlossen. Entsprechend ist die Stromversorgungseinrichtung 2 mit ihrem Minuspol an einen entsprechenden Eingangsanschluss 33 der Steuerungseinrichtung 3 angeschlossen. Die Stromversorgungseinrichtung 2 versorgt somit die Steuerungseinrichtung 3 der elektrischen Direktheizvorrichtung 1 mit einem Gleichstrom bei einer elektrischen Spannung von maximal 60 V, also mit einer so genannten Sicherheitskleinspannung. Vorzugsweise beträgt diese Spannung 48 V oder weniger.

[0026] Von der Steuerungseinrichtung 3 verläuft eine erste elektrische Versorgungsleitung 35 zu einem ersten elektrischen Anschlusselement 10 der als Flächenheizvorrichtung ausgebildeten elektrischen Direktheizvorrichtung 1. Eine zweite elektrische Versorgungsleitung 36 verläuft von der Steuerungseinrichtung 3 zu einem zweiten elektrischen Anschlusselement 12. Zwischen den beiden elektrischen Anschlusselementen 10 und 12 erstreckt sich ein flächiges elektrisches Heizelement 14, das beispielsweise von einem auf eine Unterlage aufgetragenen elektrisch leitfähigen Anstrich- oder Beschichtungsmaterial, wie zum Beispiel einer elektrisch leitfähigen Folie oder Matte oder einer elektrisch leitfähigen Wand- oder Deckenfarbe, gebildet sein kann. Das flächige elektrische Heizelement 14 ist an einem ersten Ende, beispielsweise an einer ersten Kante 14', mit dem ersten elektrischen Anschlusselement 10 elektrisch leitend verbunden. An einem gegenüber gelegenen Ende des flächigen elektrischen Heizelements 14, beispielsweise an einer von der ersten Kante 14' abgewandten zweiten Kante 14'', ist das flächige elektrische Heizelement 14 mit dem zweiten Anschlusselement 12 elektrisch leitend verbunden, so dass ausgehend von der Steuerungseinrichtung 3 mit der ersten elektrischen Versorgungsleitung 35, dem ersten Anschlusselement 10, dem flächigen Heizelement 14, dem zweiten Anschlusselement 12 und der zweiten elektrischen Versorgungsleitung 36 ein

von der Steuerungseinrichtung 3 ausgehender elektrisch leitender Kreis gebildet ist, der über die Steuerungseinrichtung 3 von der Stromquelle 20 der Stromversorgungseinrichtung 2 mit elektrischem Strom versorgt wird.

[0027] Die Steuerungseinrichtung 3 moduliert die von der Stromversorgungseinrichtung 2 zugeführte elektrische Energie und enthält dazu eine Modulationseinrichtung 30, die eine von einem Zufallsgenerator 34 beaufschlagte Frequenzvariationseinrichtung 32 aufweist. Ausgehend von einem vom Zufallsgenerator gelieferten Steuersignal variiert die Frequenzvariationseinrichtung 32 über die Modulationseinrichtung 30 die Modulationsfrequenz der Stromstärke des von der Stromversorgungseinrichtung 2 der Steuerungseinrichtung 3 zugeführten elektrischen Stroms oder alternativ die Modulationsfrequenz der an der elektrischen Steuerungseinrichtung 3 anliegenden elektrischen Spannung, die von der Stromversorgungseinrichtung 2 abgegriffen wird.

[0028] Am Ausgang der Steuerungseinrichtung 3 wird dieser in seiner Stromstärke oder seiner Spannung modulierte elektrische Strom zur beschriebenen Weiterleitung an das elektrische Heizelement 14 abgegeben. Auf diese Weise wird zur Steuerung oder Regelung der vom Heizelement 14 der elektrischen Direktheizvorrichtung 1 in einem Zeitintervall abgegebenen Wärme, also der Heizleistung, die dem Heizelement zugeführte elektrische Leistung während dieses Zeitintervalls moduliert, also zeitlich in ihrer Höhe verändert. Diese Veränderung kann mittels eines beliebigen analogen oder digitalen Modulationsverfahrens erfolgen. Beispielsweise kann nach Art einer Pulsweitenmodulation durch getaktetes Ein- und Ausschalten der elektrischen Energiezufuhr bei konstanter oder variierender Schaltfrequenz mit variierender zeitlicher Länge der EIN und der AUS geschalteten Phasen eine Leistungssteuerung vorgenommen werden.

[0029] Die erfindungsgemäße elektrische Direktheizvorrichtung ist so ausgeführt, dass die thermische Trägheit des Heizelements 14 eine Regelfrequenz von unter 1 Hz ermöglicht. In der Praxis werden mindestens um den Faktor 10 bis 100 kleinere Frequenzen verwendet, so dass die beschriebene Regelung beispielsweise im Bereich von 0,01 Hz bis 0,1 Hz stattfindet. Zur Vermeidung unerwünschter Resonanzeffekte wird diese Frequenz durch stetige Änderung zufallsgesteuert im Bereich von beispielsweise + 50 % oder - 50 % um einen vorgegebenen Sollwert variiert.

[0030] Die Umsetzung eines vorgegebenen Temperatur-Stellwerts für die gewünschte elektrische oder thermische Leistung erfolgt vorzugsweise durch Anpassung der Spannung oder der Stromstärke der zum Heizelement 14 gelieferten elektrischen Energie mittels Amplitudenmodulation. Alternativ kann die vorgegebene thermische Leistung aber auch durch Umsetzung des Temperatur-Stellwerts als anteilige Einschaltzeit einer festen Spannung innerhalb der vorgegebenen Frequenz mittels Pulsweitenmodulation erzielt werden.

[0031] Im Bereich besonders kleiner oder besonders

großer Stellwerte kommt es dabei zu kurzen Ein- oder Ausschaltzeiten. Um derartige kurz getaktete Impulse zu vermeiden, kann bei Unterschreitung eines vom Nutzer festzulegenden Grenzwertes eine Mindesteinschaltdauer vorgegeben sein und die Ausschaltzeiten können entsprechend angepasst werden. Bei Überschreitung eines vom Anwender festgelegten zweiten Grenzwertes kann die Mindestausschaltdauer vordefiniert und die Einschaltzeiten können entsprechend angepasst werden (Frequenzmodulation).

[0032] Ein Beispiel einer solchen Steuerung oder Regelung der Zufuhr von elektrischer Energie durch Takung der dem Heizelement 14 zugeführten elektrischen Spannung oder des dem Heizelement 14 zugeführten elektrischen Stroms mittels Pulsweitenmodulation ist in Fig. 2 anhand eines EIN-/AUS-Diagramms über die Zeit dargestellt. Zur Vereinfachung der Darstellung ist in Fig. 2 ein Verfahren zur Steuerung einer erfindungsgemäßen elektrischen Direktheizvorrichtung 1 gezeigt, bei dem die an das Heizelement 14 angelegte elektrische Spannung beziehungsweise der dem Heizelement 14 zugeführte elektrische Strom von der Steuerungseinrichtung 3 zwischen einem dem ausgeschalteten Zustand entsprechenden Minimalwert oder Nullwert [0] und einem dem eingeschalteten Zustand entsprechenden Maximalwert [1] umgeschaltet wird. Diese Umschaltung erfolgt in Zeitabschnitten T , die jeweils einer Phasenlänge der Modulationsfrequenz F entsprechen, mit der die Abgabe der elektrischen Energie an die Heizvorrichtung 14 gesteuert oder geregelt wird.

[0033] Nach dem Einschalten, das in Fig. 2 als eine jeweils vom Nullwert auf den Maximalwert nach oben ansteigende Flanke dargestellt ist, bleibt die elektrische Energieversorgung für ein Zeitintervall bis zum Zeitpunkt t eingeschaltet und wird am Ende dieses Zeitintervalls ausgeschaltet, was durch die vom Maximalwert zum Nullwert nach unten abfallende Flanke dargestellt ist. Die Länge dieses Zeitintervalls Δt kann zur Steuerung der vom Heizelement 14 abgegebenen Wärmemenge verändert werden, was durch die gestrichelt dargestellten abfallenden Flanken symbolisch dargestellt ist. Der Ausschaltzeitpunkt kann durch diese Veränderung im gezeigten Beispiel zwischen einem früheren Ausschaltzeitpunkt t' (kürzeres Zeitintervall $\Delta t'$) und einem späteren Ausschaltzeitpunkt t'' (längeres Zeitintervall $\Delta t''$) verschoben werden, wodurch auch die abgegebene Wärmemenge verändert wird. Bei einem früheren Ausschalten (Zeitpunkt t') wird weniger Wärmeenergie vom Heizelement 14 abgegeben und bei einem späteren Ausschalten (Zeitpunkt t'') wird mehr Wärmeenergie abgegeben. Auf diese Weise ist die Wärmeabgabe des Heizelements 14 steuerbar oder - bei Einbindung der Steuerungseinrichtung 3 in einen Regelkreis - regelbar. Dieser wiederkehrende EIN-/AUS-Schaltzyklus bildet somit die Modulationsfrequenz F mit der Phasenlänge oder Phasendauer T .

[0034] Zur Lösung der Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, erfolgt erfindungsgemäß die vorbeschrie-

bene Modulation nicht mit gleichbleibender Modulationsfrequenz F , also nicht in gleichbleibenden Zeitabschnitten T zwischen den Einschaltzeitpunkten zweier aufeinanderfolgender Heizzyklen, sondern die Modulationsfrequenz F wird von der Frequenzvariationseinrichtung 32 variiert. Diese Frequenzvariation der Modulationsfrequenz F über die Zeit ist in Fig. 2 durch unterschiedlich lange Zeitabschnitte $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_n$, also durch unterschiedliche Phasenlängen beziehungsweise Phasendauern, dargestellt.

[0035] Wie in Fig. 2 zu erkennen ist, sind diese Zeitabschnitte $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_n$ nicht in gleichmäßiger ansteigender oder abfallender Reihenfolge angeordnet, sondern in unregelmäßiger Reihenfolge, was beispielsweise durch den Zufallsgenerator 34 bewirkt wird, der die Länge eines folgenden Zeitabschnittes zufallsgesteuert beliebig vorgibt. Dadurch wird erreicht, dass die Reihenfolge unterschiedlich langer Zeitabschnitte $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_n$ und damit auch die Variation der Modulationsfrequenz unvorhersehbar beliebig ist, so dass sich keine Resonanzen aufbauen können.

[0036] Um die Wärmeabgabe des Heizelements 14 trotz dieser Variation, insbesondere bei zufallsgesteuerter Variation, konstant zu halten, verändern sich die Zeitintervalle $\Delta t, \Delta t', \Delta t''$ ebenfalls als Funktion des zugeordneten Zeitabschnitts T . Im gezeigten Beispiel liegt der reguläre Ausschaltzeitpunkt t bei 60% des Zeitabschnitts T , der frühere Ausschaltzeitpunkt t' bei 40% des Zeitabschnitts T und der spätere Ausschaltzeitpunkt t'' bei 80% des Zeitabschnitts T . Diese Verhältnisse sind jedoch nur beispielhaft gewählt. Der frühere Ausschaltzeitpunkt t' kann beispielsweise auch auf 0% von T abgesenkt werden, wenn keine Heizleistung gewünscht ist. Ebenso kann der spätere Ausschaltzeitpunkt t'' beispielsweise auf 100% von T angehoben werden, wenn eine ununterbrochene Heizleistung gefordert ist.

[0037] Die erfindungsgemäße elektrische Direktheizvorrichtung arbeitet mit einer Sicherheitskleinspannung und besonders niedrigen Regelfrequenzen, wobei die Regelfrequenzen zur Vermeidung von Resonanzen variiert werden. Vorzugsweise wird eine Amplitudenmodulation vorgesehen, es kann alternativ aber auch eine Pulsweitenmodulation mit einem Übergang zur Frequenzmodulation bei hohen oder tiefen Stellwerten vorgesehen sein.

[0038] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Patentansprüche

1. Elektrische Direktheizvorrichtung ausgebildet als Flächenheizvorrichtung, mit zumindest einem ersten elektrischen Anschlusselement (10), zumindest einem zweiten elektrischen Anschlusselement (12), wobei die Anschlusselemente (10, 12) mit einer elek-

trischen Stromversorgungseinrichtung (2) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sind, zumindest einem sich zwischen den zumindest zwei Anschlusselementen (10, 12) erstreckenden elektrischen Heizelement (14) und einer elektrischen Steuerungseinrichtung (3) **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** die Steuerungseinrichtung (3) eine Modulationseinrichtung (30) aufweist, die so ausgebildet ist,

. **dass** sie ein moduliertes Spannungssignal für die an die Anschlusselemente (10, 12) angelegte elektrische Spannung erzeugt oder

. **dass** sie die Stromstärke des elektrischen Stromflusses von der Stromversorgungseinrichtung (2) zu den Anschlusselementen (10, 12) moduliert,

und

- **dass** eine Frequenzvariationseinrichtung (32) vorgesehen ist, die so ausgebildet ist, dass sie die Modulationsfrequenz (F) des Spannungssignals beziehungsweise der Stromstärke über die Zeit variiert.

2. Elektrische Direktheizvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Modulationseinrichtung (30) eine Pulsweiten-Modulationseinrichtung ist. 30
3. Elektrische Direktheizvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Modulationseinrichtung (30) eine Pulslängen-Modulationseinrichtung ist. 35
4. Elektrische Direktheizvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Modulationseinrichtung (30) eine Amplituden-Modulationseinrichtung ist. 40
5. Elektrische Direktheizvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Frequenzvariationseinrichtung (32) einen Zufallsgenerator (34) aufweist oder von einem Zufallsgenerator (34) beaufschlagt wird, der ein Steuersignal für die Variation der Modulationsfrequenz liefert. 45
6. Elektrische Direktheizvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Heizelement (14) der elektrischen Direktheizvorrichtung (1) als Flächenheizelement ausgebildet ist. 50

7. Elektrische Direktheizvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** das Flächenheizelement elektrisch leitendes Anstrichmaterial oder elektrisch leitendes Beschichtungsmaterial aufweist. 5

8. Verfahren zur Steuerung einer elektrischen Direktheizvorrichtung (1), zum Beispiel einer Flächenheizvorrichtung, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, mit zumindest einem ersten elektrischen Anschlusselement (10), zumindest einem zweiten elektrischen Anschlusselement (12), wobei die Anschlusselemente mit einer elektrischen Stromversorgungseinrichtung (2) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sind, zumindest einem sich zwischen den zumindest zwei Anschlusselementen (10, 12) erstreckenden elektrischen Heizelement (14) und einer elektrischen Steuerungseinrichtung (3), 10

gekennzeichnet durch die Schritte

a) Modulieren der an die Anschlusselemente (10, 12) angelegten elektrischen Spannung oder

a') Modulieren der Stromstärke des elektrischen Stromflusses von der Stromversorgungseinrichtung (2) zu den Anschlusselementen (10, 12), und

b) Variieren der Modulationsfrequenz (F) der an die Anschlusselemente (10, 12) angelegten elektrischen Spannung beziehungsweise des elektrischen Stromflusses von der Stromversorgungseinrichtung (2) zu den Anschlusselementen (10, 12) über die Zeit. 20

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Variation der Modulationsfrequenz (F) in Schritt b) nach dem Zufallsprinzip erfolgt. 35
10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Modulationsfrequenz (F) einen Sollwert aufweist, der im Bereich von 0,005 Hz bis 0,15 Hz, vorzugsweise zwischen 0,01 Hz und 0,1 Hz, liegt, und dass die Veränderung der Modulationsfrequenz (F) um diesen Sollwert herum erfolgt, vorzugsweise derart, dass die tatsächliche aktuelle Modulationsfrequenz (F) in einem Bereich von + 50 % und - 50 % bezogen auf den Sollwert der Modulationsfrequenz (F) liegt. 40

Fig. 1

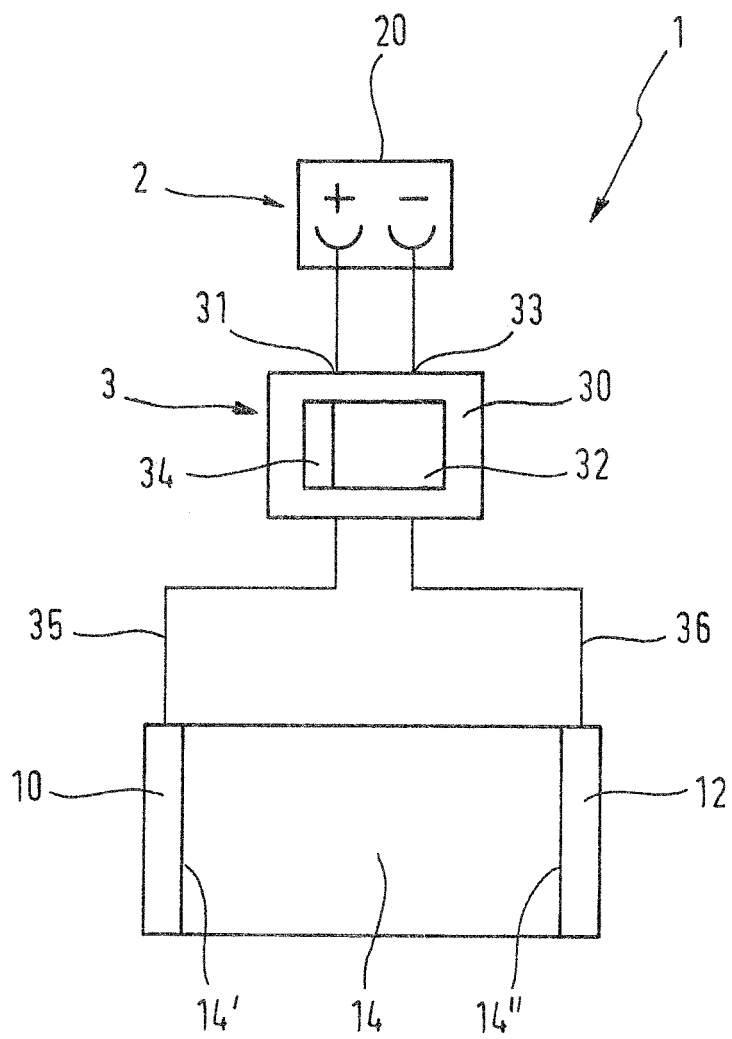
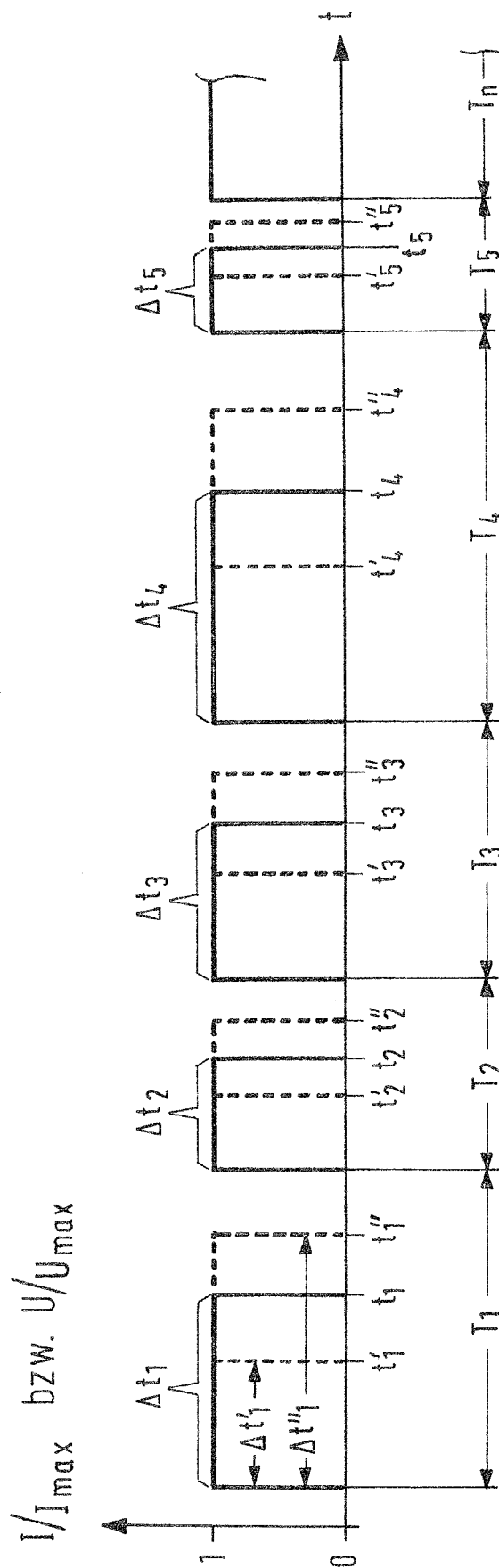


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 18 16 6178

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	DE 20 2004 003511 U1 (STUHL REGELSYSTEME GMBH [DE]) 19. Mai 2004 (2004-05-19)	1-4,6,8,10	INV. H05B1/02
Y	* Absatz [0001] * * Absatz [0004] * * Absatz [0012] - Absatz [0016]; Abbildung 2 * * Absatz [0024]; Abbildung 7 *	5,7,9	
X	DE 10 2013 109731 A1 (LEIFHEIT AG [DE]) 5. März 2015 (2015-03-05)	1-4,6,8,10	
Y	* Absatz [0001] - Absatz [0002] * * Absatz [0005] - Absatz [0007] * * Absatz [0009] - Absatz [0011] * * Ansprüche 1-2 *	5,7,9	
Y	WO 2016/036575 A1 (ABOMINABLE LABS LLC [US]) 10. März 2016 (2016-03-10)	7	
	* Absatz [0002] * * Absatz [0015] * * Absatz [0087]; Abbildung 1 * * Absatz [0088] - Absatz [0089]; Abbildung 2 *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B
Y	DE 10 2013 204844 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9. Oktober 2014 (2014-10-09)	5,9	
	* Absatz [0001] * * Absatz [0006] * * Absatz [0008] - Absatz [0009] *		
Y	DE 10 2009 049055 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 14. April 2011 (2011-04-14)	5,9	
	* Absatz [0010] - Absatz [0011] * * Absatz [0024] *		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. August 2018	Prüfer Barzic, Florent
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 03.82 (P04C03)

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

EP 18 16 6178

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.

08-08-2018

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 202004003511 U1	19-05-2004	KEINE	

15	DE 102013109731 A1	05-03-2015	KEINE	

	WO 2016036575 A1	10-03-2016	KEINE	

	DE 102013204844 A1	09-10-2014	KEINE	

20	DE 102009049055 A1	14-04-2011	DE 102009049055 A1	14-04-2011
			WO 2011045192 A2	21-04-2011

25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202016106096 U1 [0004]
- DE 2151626 A [0005]
- DE 202010012457 U1 [0006]
- DE 202015004895 U1 [0007]
- DE 2234216 C3 [0008]
- DE 202004003511 U1 [0009]