



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

- (43)

Veröffentlichungstag:
27.11.2024 Patentblatt 2024/48
- (51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 6/04 (2006.01) H05B 6/44 (2006.01)
H05B 6/10 (2006.01)
- (21)

Anmeldenummer: 24177277.1
- (52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 6/103; H05B 6/04; H05B 6/44
- (22)

Anmeldetag: 22.05.2024

(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: GE KH MA MD TN	• Daube, Thomas 47279 Duisburg (DE) • Peters, Matthias 57223 Kreuztal (DE) • Seidel, Ralf 35690 Dillenburg (DE) • Langejürgen, Markus 51688 Wipperfürth (DE) • Lagac, Martin 47877 Willich (DE)
(30) Priorität: 24.05.2023 DE 102023113620	
(71) Anmelder: SMS group GmbH 41069 Mönchengladbach (DE)	(74) Vertreter: Richly & Ritschel Patentanwälte PartG mbB Sattlerweg 20 51429 Bergisch Gladbach (DE)
(72) Erfinder: • Lenz, Wolfgang 52076 Aachen (DE)	

(54)

INDUKTIONSHIEZVORRICHTUNG, PRODUKTIONSLINIE UND VERWENDUNG EINER
INDUKTIONSHIEZVORRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER
DERARTIGEN INDUKTIONSHIEZVORRICHTUNG

- (57)

Die Erfindung betrifft eine Induktionsheizvorrichtung zur Erwärmung eines metallischen Gutes, insbesondere eines Halbzeugs und/oder eines Vorprodukts und/oder eines Zwischenprodukts und/oder eines Produkts aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nichteisenmetall-Werkstoff, welche einen ersten Schwingkreis zur Erzeugung eines Magnetfeldes zur Erwärmung des metallischen Gutes, und eine Energieversorgungseinrichtung zur Versorgung des ersten Schwingkreises mit elektrischer Energie aufweist, wobei der erste Schwingkreis eine erste Spule und eine Kondensatoreinrichtung aufweist, insbesondere eine erste Kondensatoreinrichtung, wobei die erste Spule und die Kondensatoreinrichtung mit zumindest einem Kabel elektrisch verbunden sind, wobei die erste Spule in einer horizontalen Ebene und/oder in einer vertikalen Richtung verschiebbar gelagert ist, wobei die Kondensatoreinrichtung unabhängig von der ersten Spule angeordnet ist, und wobei sich die Induktionsheizvorrichtung dadurch auszeichnet, dass die Kondensatoreinrichtung in der horizontalen Ebene verschiebbar gelagert ist.

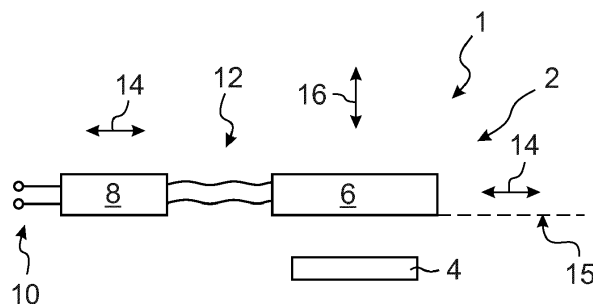


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Induktionsheizvorrichtung zur Erwärmung eines metallischen Gutes, insbesondere eines Halbzeugs und/oder eines Vorprodukts und/oder eines Zwischenprodukts und/oder eines Produkts aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nichteisenmetall-Werkstoff, aufweisend einen ersten Schwingkreis zur Erzeugung eines Magnetfeldes zur Erwärmung des metallischen Gutes, und eine Energieversorgungseinrichtung zur Versorgung des ersten Schwingkreises mit elektrischer Energie, wobei der erste Schwingkreis eine erste Spule und eine Kondensatoreinrichtung aufweist, insbesondere eine erste Kondensatoreinrichtung, wobei die erste Spule und die Kondensatoreinrichtung mit zumindest einem Kabel elektrisch verbunden sind, wobei die erste Spule in einer horizontalen Ebene und in einer vertikalen Richtung verschiebbar gelagert ist.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren eine Produktionslinie zur Herstellung und/oder Verarbeitung eines metallischen Gutes, insbesondere eines Halbzeugs und/oder eines Vorprodukts und/oder eines Zwischenprodukts und/oder eines Produkts aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nichteisenmetall-Werkstoff.

[0003] Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine Verwendung einer Induktionsheizvorrichtung.

[0004] Außerdem betrifft die Erfindung noch ein Verfahren zum Betreiben einer Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern, bei welchem die metallischen Güter mittels wenigstens eines zumindest eine Spule und zumindest eine Kondensatoreinrichtung umfassenden Schwingkreises der Induktionsheizvorrichtung erwärmt wird.

[0005] Gattungsgemäße Induktionsheizvorrichtungen speziell im Zusammenhang mit Produktionslinien zur Herstellung und/oder Verarbeitung von Halbzeugen und/oder Vorprodukten und/oder Zwischenprodukten und/oder Produkten aus Eisen-, Stahl- und/oder Nichteisenmetall-Werkstoffen sind aus dem Stand der Technik bekannt.

[0006] Gattungsgemäße Produktionslinien zur Herstellung und/oder Verarbeitung von Halbzeugen und/oder Vorprodukten und/oder Zwischenprodukten und/oder Produkten aus Eisen-, Stahl- und/oder Nichteisenmetall-Werkstoffen bestehen in der Regel aus mehreren Vorrichtungen, in denen das Vorprodukt und/oder das Zwischenprodukt und/oder das Produkt jeweils einem oder mehreren Verfahrensschritten unterzogen wird. Die Vorrichtungen können beispielsweise Beheizungs- oder Kühlvorrichtungen, Transportvorrichtungen, Vorrichtungen zur Formgebung, Reinigungsvorrichtungen, chemische Behandlungsvorrichtungen, Oberflächenbeschichtungsvorrichtungen, Trenn- oder Fügevorrichtungen sowie Kombinationen hieraus sein. Die Verfahrensschritte können beispielsweise die Temperaturerhöhung oder Temperaturverringerung, der Transport, die Umformung, die Reinigung, die chemische Behandlung, die Beschichtung der Oberfläche, Trennen

oder Fügen sowie Kombinationen hieraus sein.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, dem Stand der Technik eine Verbesserung oder eine Alternative zur Verfügung zu stellen.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung wird von einer Induktionsheizvorrichtung zur Erwärmung eines metallischen Gutes, insbesondere eines Halbzeugs und/oder eines Vorprodukts und/oder eines Zwischenprodukts und/oder eines Produkts aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nichteisenmetall-Werkstoff, gelöst, welche einen ersten Schwingkreis zur Erzeugung eines Magnetfeldes zur Erwärmung des metallischen Gutes, und eine Energieversorgungseinrichtung zur Versorgung des ersten Schwingkreises mit elektrischer Energie aufweist, wobei der erste Schwingkreis eine erste Spule und eine Kondensatoreinrichtung aufweist, insbesondere eine erste Kondensatoreinrichtung, wobei die erste Spule und die Kondensatoreinrichtung mit zumindest einem Kabel elektrisch verbunden sind, wobei die erste Spule in einer horizontalen Ebene und/oder in einer vertikalen Richtung verschiebbar gelagert ist, wobei die Kondensatoreinrichtung unabhängig von der ersten Spule angeordnet ist, und wobei die Kondensatoreinrichtung in der horizontalen Ebene verschiebbar gelagert ist.

[0009] Bei bisher im Stand der Technik bekannten Induktionsheizvorrichtungen sind Spule und Kondensatoreinrichtung meist durch feste, unflexible Verbindungen verbunden. Jede Form der Bewegung, wie beispielsweise eine Bewegung in eine Produktionslinie hinein oder aus einer Produktionslinie heraus, wird von der gesamten Einheit ausgeführt. Dadurch müssen stets große Massen bewegt werden, die ferner auch meist leistungsstarke und/oder besonders versteift ausgeführte Verfahrentriebe erfordern.

[0010] Dies führte bisher dazu, dass die gesamte Induktionsheizvorrichtung in ihrer Bauform größer und reaktionsträger wurde, was insbesondere mit Blick auf eine schnelle Einstellung auf sich ändernde oder zu ändernde Produktionsbedingungen kontraproduktiv war.

[0011] Die nun unabhängig und zumindest in der horizontalen Ebene verschiebbar gelagerte Kondensatoreinrichtung ermöglicht, dass die Kondensatoreinrichtung einer Bewegung der ersten Spule nahezu uneingeschränkt folgen kann, sei es einer Bewegung der ersten Spule in horizontaler Bewegungsrichtung und/oder in vertikaler Bewegungsrichtung.

[0012] Insofern ist es vorteilhaft, wenn die Spule und die ihr zugeordnete Kondensatoreinrichtung nicht nur unabhängig voneinander angeordnet sind, sondern so gleich auch unabhängig voneinander verschiebbar, insbesondere in horizontaler Richtung unabhängig voneinander bewegbar.

[0013] Hierbei kann in einer außergewöhnlichen Situation die Kondensatoreinrichtung beispielsweise horizontal sogar gegenläufig zu einer Spule bzw. einer Spulenbewegung bewegt werden. Dies kann beispielsweise dann von Vorteil sein, kurz bevor eine Spule massiv in horizontaler Richtung auf die Kondensatoreinrichtung zu

bewegt werden muss, um rechtzeitig gegenüber einer an dem metallischen Gut detektierten thermischen Senke platziert werden zu können.

[0014] Dabei kann die Kondensatoreinrichtung mit einem von der Spule unabhängigen Verfahrentrieb wirkverbunden sein.

[0015] Die Kondensatoreinrichtung und die Spule können mit einer flexiblen längenausgleichenden Energieübertragung elektrisch verbunden sein, vorzugsweise mit einem Kabel und/oder mit einer teleskopartig verlängerbaren Stromschiene, wobei die Energieübertragung einen Freiheitsgrad in der Bewegung zwischen der ersten Spule und der Kondensatoreinrichtung erlaubt.

[0016] Hierdurch kann eine Verbindungslänge der Energieübertragung, insbesondere der elektrischen Kabelverbindung, mittels welcher die erste Spule und die Kondensatoreinrichtung elektrisch verbunden sind, signifikant verkürzt werden.

[0017] Insofern kann an der Induktionsheizvorrichtung keine oder zumindest erheblich weniger Kabelreserve zwischen der ersten Spule und der zugehörigen Kondensatoreinrichtung vorgesehen werden, damit sich die erste Spule im Rahmen der Betriebsanforderungen frei bewegen kann.

[0018] Neben einer vorteilhaften Materialeinsparung und einer damit einhergehenden erstrebenswerten Kostenreduzierung hinsichtlich der elektrischen Kabelverbindung, ist es von besonderem Vorteil, dass eine Verkürzung der elektrischen Energieübertragung, insbesondere des Kabels, eine vorteilhafte Reduzierung von elektrischen Verlusten zwischen der Kondensatoreinrichtung und der ersten Spule bewirkt.

[0019] Die elektrische Verbindung kann hierbei mittels eines einzigen elektrischen Kabels oder mehrerer elektrischer Kabel realisiert sein.

[0020] Alternativ kann auch eine andere kabelfreie Verbindung vorgesehen sein, wenngleich aus Gründen der Vereinfachung im Weiteren ausschließlich von Kabeln als Verbindung gesprochen wird, ohne die Alternativen auszuschließen.

[0021] Darüber hinaus wird durch die Separierung der Kondensatoreinrichtung von der ihr elektrisch zugeordneten Spule eine Gewichtsreduzierung bezüglich der ersten Spule erzielt, insbesondere da diese anderenfalls mit der Kondensatoreinrichtung starr verbunden wäre. Hierdurch kann das gesamte System hinsichtlich der Verstellmechanik zur Verstellung der ersten Spule gegenüber dem metallischen Gut wesentlich dynamischer agieren und damit auf dynamische Betriebsanforderungen verbessert reagieren.

[0022] Ferner wird durch die erzielte Gewichtsreduzierung wesentlich weniger Hilfsenergie zum Verschieben der ersten Spule benötigt.

[0023] Allein aus den vorstehend genannten Gründen ist es vorteilhaft, dass die erste Spule des ersten Schwingkreises gegenüber der Kondensatoreinrichtung des ersten Schwingkreises beweglich, insbesondere verschieblich, gelagert ist.

[0024] Jedenfalls sind bei dem vorliegenden Schwingkreis die erste Spule und die Kondensatoreinrichtung unabhängig beweglich, insbesondere verschiebbar, voneinander angeordnet gelagert.

[0025] Insofern ist es vorteilhaft, wenn die Kondensatoreinrichtung und die ihr elektrisch zugeordnete Spule, wie insbesondere die vorliegende erste Spule, strukturell, insbesondere räumlich, voneinander getrennt an der Induktionsheizvorrichtung angeordnet sind.

[0026] Damit sowohl die erste Spule als auch die Kondensatoreinrichtung vor äußerlichen thermischen und/oder mechanischen Einflüssen besonders gut geschützt sind, können die Spule durch eine erste Einhausung und die Kondensatoreinrichtung durch eine andere Einhausung, welche von der ersten Einhausung verschieden bzw. auch beabstandet ist, zumindest teilweise umgeben sein. Insbesondere kann hierdurch eine räumliche Trennung gut erzielt werden.

[0027] Eine derartige strukturelle Trennung von Kondensatoreinrichtung und Spule ermöglicht insbesondere, dass die Spule im Raum unabhängig von einer Bewegung der Kondensatoreinrichtung verschoben werden kann, also gegenüber der Kondensatoreinrichtung allgemein und insbesondere auch gegenüber dem metallischen Gut.

[0028] Im Folgenden werden Bewegungen im Raum beschrieben, die als vertikale und horizontale Bewegungen ausgeführt werden können.

[0029] Unter einer vertikalen Bewegung im Sinne der Erfindung verstehen sich Bewegungsrichtungen, die in Richtung der Dickenerstreckung des metallischen Gutes verlaufen.

[0030] Unter einer horizontalen Bewegung verstehen sich Bewegungsrichtungen, die in Breitenenerstreckung des metallischen Gutes verlaufen. Das heißt, die geometrische Erstreckung und Ebene des metallischen Gutes definiert die Bewegungsrichtungen für die Spule(n) und/oder Kondensatoreinrichtung(en).

[0031] Die Induktionsheizvorrichtung baut besonders einfach, wenn die Kondensatoreinrichtung vertikal fixiert ist.

[0032] Eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante sieht somit vor, dass die Kondensatoreinrichtung vertikal fixiert ist. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die Kondensatoreinrichtung in vertikaler Richtung nicht oder nur vernachlässigbar gering verlagerbar gelagert ist.

[0033] Somit ist die Kondensatoreinrichtung in vertikaler Richtung gesehen ortsfest fixiert, also fest gelagert, und damit im Gegensatz zu der ersten Spule in vertikaler Richtung unverschieblich angeordnet.

[0034] Damit hält die Kondensatoreinrichtung der ersten Spule selbst dann ihre vertikale Position bei, wenn die erste Spule vertikal verschoben wird.

[0035] Somit wohnt der Kondensatoreinrichtung bevorzugt eine starre vertikale Position inne, während die Kondensatoreinrichtung in horizontaler Richtung bzw. entlang einer horizontalen Ebene verschiebbar ist.

[0036] Eine strukturelle Trennung von Kondensatoreinrichtung und Spule ist konstruktiv gut erzielbar, wenn die beiden Komponenten an oder mit unterschiedlichen bzw. voneinander verschiedenen Bauteilträgern verschieblich gelagert angeordnet sind.

[0037] Eine räumliche Trennung kann im Sinne der Erfindung baulich besonders einfach erzielt werden, wenn die Kondensatoreinrichtung und die erste Spule mehr als 500 mm, vorzugsweise von mehr als 1000 mm, oder besonders bevorzugt von mehr als 1500 mm voneinander entfernt an der Induktionsheizvorrichtung angeordnet sind.

[0038] Eine räumliche Trennung kann sich darüber hinaus noch durch eine Trennwand zwischen der Kondensatoreinrichtung und der ersten Spule auszeichnen.

[0039] Durch die hier vorgeschlagene Trennung kann die Kondensatoreinrichtung besonders gut etwa von negativen thermischen Belastungen des erwärmten bzw. erhitzten metallischen Guts geschützt werden.

[0040] Die Wirkung des elektromagnetischen Streufeldes der Spulen auf die Kondensatoreinrichtungen kann durch die räumliche Trennung bestmöglich reduziert werden, idealerweise minimiert werden.

[0041] Die horizontale Verschieblichkeit der Kondensatoreinrichtung kann auf vielfältige Weise bewerkstelligt werden.

[0042] Beispielsweise umfasst die Induktionsheizvorrichtung Verschiebmittel, mittels welcher die Kondensatoreinrichtung verbunden ist, wobei die Verschiebmittel derart ausgestaltet sind, dass die Kondensatoreinrichtung in der horizontalen Ebene verschiebbar ist.

[0043] Beispielsweise können die Verschiebmittel vorzugsweise auch mit einer Spule, insbesondere mit der ersten Spule, wirkverbunden sein.

[0044] Die Verschiebmittel können hierbei unterschiedlich konstruiert sein, insbesondere translatorisch verschieblich.

[0045] Beispielsweise können die Verschiebmittel eine Traverse umfassen, an welcher ein Schlittenteil in der horizontalen Ebene linear verschieblich gelagert ist, wobei das Schlittenteil die Kondensatoreinrichtung trägt. Das Schlittenteil kann hierbei mittels einer Gleitlagerung an der Traverse gelagert sein.

[0046] Alternativ kann die Kondensatoreinrichtung auch an einem in der horizontalen Ebene verschieblichen Wagenteil angeordnet sein, welches entlang einer Bahn verschieblich gelagert ist.

[0047] In einem baulich sehr einfachen Fall können Gleitelemente oder Rollenelemente, wie Räder oder dergleichen, an dem Gehäuse der Kondensatoreinrichtung angeordnet sein.

[0048] Insofern ist es auch unabhängig von den übrigen Merkmalen der Erfindung vorteilhaft, wenn die Verschiebmittel eine Verschiebeeinrichtung zum Verschieben einer Kondensatoreinrichtung gegenüber einer Spule aufweist, wobei die Kondensatoreinrichtung und die Spule einem gemeinsamen Schwingkreis zugehörig sind, wobei die Verschiebeeinrichtung ferner eine Auf-

nahme zum Aufnehmen der Kondensatoreinrichtung, insbesondere Kondensatoren hiervon, aufweist, so dass die Kondensatoreinrichtung mittels der Verschiebeeinrichtung gegenüber der Spule unabhängig verschieblich gelagert ist, insbesondere horizontal unabhängig verschieblich.

[0049] Bevorzugt ist die Kondensatoreinrichtung gegenüber der Spule translatorisch verschieblich gelagert angeordnet.

[0050] Darüber hinaus ist die Kondensatoreinrichtung vorzugsweise entlang einer horizontalen Ebene verschieblich gelagert angeordnet.

[0051] Um bei einer Beschleunigung der Spule die zu bewegendenden Massen zu verringern, ist es zweckmäßig, wenn die Kondensatoreinrichtung die Spule eines gemeinsamen Schwingkreises unabhängig voneinander jeweils verschieblich gelagert angeordnet sind, insbesondere horizontal unabhängig voneinander jeweils verschieblich.

[0052] Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Verschiebeeinrichtung einen Antrieb aufweist, mittels welchem die Kondensatoreinrichtung aktiv verschieblich gelagert angeordnet ist, insbesondere gegenüber der elektrisch zugehörigen Spule.

[0053] Hierdurch kann die Kondensatoreinrichtung aus einer Ruheposition heraus einer Bewegung der Spule automatisch vorausseilen oder nachgeführt werden.

[0054] Nun sei an dieser Stelle noch erwähnt, dass gemäß der vorliegenden Erfindung unter einer "Induktionsheizvorrichtung" eine Vorrichtung verstanden wird, welche zur induktiven Erwärmung eines metallischen Guts unter Verwendung von elektrischer Energie eingerichtet ist.

[0055] Die Erhöhung der Temperatur des Vorprodukts und/oder des Zwischenprodukts und/oder des Produkts ist für viele Verfahrensschritte oftmals zwingend erforderlich und stellt somit einen wesentlichen Verfahrensschritt bei der Behandlung des metallischen Guts dar.

[0056] Hierzu können unter anderem Induktionsheizvorrichtungen gemäß vorliegender Erfindung eingesetzt werden, wobei die vorliegende Induktionsheizvorrichtung an verschiedenen Stellen innerhalb der Produktionslinie eingesetzt werden kann.

[0057] Bei der Induktionserwärmung mittels einer Induktionsheizvorrichtung wird der Schwingkreis zu Schwingungen angeregt, insbesondere im Mittelfrequenzbereich.

[0058] Üblicherweise wird dazu zunächst eine Netzspannung, zum Beispiel eine Einphasen- oder Mehrphasen-Wechselspannung, gleichgerichtet, geglättet und die Gleichspannung einem Wechselrichter zugeführt, der den Schwingkreis anregt.

[0059] Vorteilhaft kann durch die vorliegende Induktionsheizvorrichtung also eine unmittelbare Erwärmung des metallischen Guts erreicht werden, da die Wärme in dem metallischen Gut selbst entsteht und nicht über die Oberfläche des metallischen Guts von außen durch Wärmeleitung, Konvektion und/oder Strahlung eingebracht

werden muss.

[0060] Die Begrifflichkeit "metallisches Gut" beschreibt vorliegend jegliches Produkt aufweisend einen elektrisch leitfähigen Eisenwerkstoff, einen Stahlwerkstoff und/oder einen Nichteisenmetall-Werkstoff. Insbesondere kann unter einem metallischen Gut jegliches Halbzeug und/oder jegliches Vorprodukt und/oder jegliches Zwischenprodukt und/oder jegliches Produkt verstanden werden, welches elektrisch leitfähig ist.

[0061] Eine Spule der Induktionsheizvorrichtung kann weniger als eine vollständige Windung, eine vollständige Windung und/oder mehr als eine vollständige Windung aufweisen, insbesondere mehr oder gleich zwei Windungen, mehr oder gleich drei Windungen oder mehr oder gleich vier Windungen.

[0062] Eine Wirkverbindung zwischen einem metallischen Gut und einem magnetischen Wechselfeld kann durch Längsfeldinduktion und/oder durch Querfeldinduktion herbeigeführt werden. Die magnetischen Feldlinien verlaufen bei Längsfeldinduktion im Wesentlichen in Längserstreckungsrichtung des metallischen Gutes. Bei Querfeldinduktion verlaufen die magnetischen Feldlinien in dem metallischen Gut im Wesentlichen in einer Quererstreckungsrichtung des metallischen Gutes, insbesondere in Dickenrichtung und/oder in Breitenrichtung des metallischen Gutes.

[0063] Handelt es sich bei dem metallischen Gut etwa um ein Blech, so können die magnetischen Feldlinien bei Querfeldinduktion im Wesentlichen in Dickenrichtung des Blechs in das Blech eintreten und wieder in Dickenrichtung aus dem Blech austreten.

[0064] Unter der Bezeichnung "Schwingkreis" versteht man im Sinne der Erfindung eine Einrichtung zum induktiven Erwärmen eines metallischen Guts. Hierbei umfasst der Schwingkreis wenigstens eine Spule und eine Kondensatoreinrichtung.

[0065] Im Sinne der Erfindung bezeichnet der Ausdruck "erster Schwingkreis" einen Schwingkreis, welcher bevorzugt oberhalb eines zu erwärmenden metallischen Guts bzw. oberhalb einer diesbezüglichen Transportstrecke bzw. eines Rollgangs angeordnet ist, entlang welcher das metallische Gut transportiert wird.

[0066] Insofern ist die erste Spule der vorliegenden Induktionsheizvorrichtung vorzugsweise entsprechend oberhalb des zu erwärmenden metallischen Guts angeordnet.

[0067] Die Begriffe "oberhalb" und "unterhalb" sind in Dickenrichtung zu betrachten, beziehen sich auf eine erste Oberflächenseite eines metallischen Gutes, beziehungsweise auf eine zweite Oberflächenseite eines metallischen Gutes.

[0068] Unter dem Begriff "Energieversorgungseinrichtung" wird im Sinne der Erfindung eine Vorrichtung verstanden, welche dazu eingerichtet ist, elektrische Energie für den Betrieb zumindest eines Schwingkreises bereitzustellen, insbesondere mit elektrischem Strom geeigneter Stromstärke, geeigneter Spannung und/oder geeigneter Frequenz.

[0069] Die vorliegende Energieversorgungsvorrichtung kann dazu ausgebildet sein, elektrische Energie für eine Mehrzahl von Schwingkreisen bereitzustellen, insbesondere für zumindest zwei Schwingkreise, drei, vier, fünf, sechs oder mehr Schwingkreise.

[0070] Die vorliegende Energieversorgungsvorrichtung kann dazu ausgebildet sein, elektrische Energie zur Bereitstellung für den Schwingkreis für einen effizienzoptimalen Betrieb eines Schwingkreises aufzubereiten und bereitzustellen, insbesondere mit der optimalen Frequenz und/oder der optimalen Phasenlage zu der Phasenlage des Schwingkreises.

[0071] Die vorliegende Energieversorgungsvorrichtung kann dazu ausgebildet sein, etwaige Rückwirkungen auf eine elektrische Stromversorgung, die durch den Betrieb eines Schwingkreises entstehen, zu verhindern oder zu vermindern.

[0072] Die vorliegende Energieversorgungsvorrichtung ist zum Anschluss an eine elektrische Stromversorgung ausgebildet.

[0073] Unter einer elektrischen Stromversorgung kann ein dreiphasiges Stromversorgungsnetz verstanden werden.

[0074] Eine geeignete elektrische Stromversorgung kann eine Wechselstromversorgung oder eine Gleichstromversorgung sein.

[0075] Eine geeignete Stromversorgung kann Mittelspannung oder eine Hochspannung aufweisen.

[0076] Hochspannung kann größer oder gleich 36 kV sein, vorzugsweise größer oder gleich 60 kV und besonders bevorzugt größer oder gleich 100 kV. Ferner kann Hochspannung größer oder gleich 150 kV sein, vorzugsweise größer oder gleich 200 kV und besonders bevorzugt größer oder gleich 300 kV. Hochspannung kann kleiner oder gleich 400 kV sein. Ferner kann Hochspannung kleiner oder gleich 300 kV sein, vorzugsweise kleiner oder gleich 200 kV und besonders bevorzugt kleiner oder gleich 150 kV.

[0077] Mittelspannung kann größer oder gleich 1 kV Wechselstrom oder größer oder gleich 1,5 kV Gleichstrom sein, vorzugsweise größer oder gleich 2 kV und besonders bevorzugt größer oder gleich 10 kV. Mittelspannung kann größer oder gleich 15 kV sein, vorzugsweise größer oder gleich 20 kV und besonders bevorzugt größer oder gleich 30 kV. Mittelspannung kann kleiner als oder gleich 36 kV sein. Ferner kann Mittelspannung kleiner oder gleich 30 kV sein, vorzugsweise kleiner oder gleich 20 kV und besonders bevorzugt kleiner oder gleich 15 kV.

[0078] Vorzugsweise können die Spannungspegel gemäß IEC 60519-4 definiert sein.

[0079] Es versteht sich, dass eine elektrische Verbindung zwischen der Energieversorgungseinrichtung und einem oder mehreren Schwingkreisen der vorliegenden Induktionsheizvorrichtung konstruktiv unterschiedlichst ausgestaltet sein kann, beispielsweise in bekannter Weise mittels geeigneter Stromschienen oder dergleichen. Aber auch kabelgebundene elektrische Zuleitungen sind

bei geeignet gewählter Anschlusskonstruktion möglich.

[0080] Auch die vorliegende Kondensatoreinrichtung kann unterschiedlich eingerichtet sein. Beispielsweise ist die Kondensatoreinrichtung mit einem einzigen Kondensator oder einer Vielzahl an Kondensatoren ausgerüstet. Bei letzterer Variante können dann mehrere Kondensatoren bevorzugt parallel zueinander geschaltet sein.

[0081] Die vorliegende Induktionsheizvorrichtung kann vorliegend eine einzelne Kondensatoreinrichtung aufweisen, welche mit einer Spule oder alternativ auch mit mehreren Spulen elektrisch wirkverbunden ist.

[0082] Insbesondere bei mehreren Spulen können auch mehrere Kondensatoreinrichtungen an der Induktionsheizvorrichtung vorgesehen sein, beispielsweise ist jeder Spule genau eine Kondensatoreinrichtung zugeordnet, wobei diese Kondensatoreinrichtung wiederum einen einzigen Kondensator oder mehrere, vorzugsweise parallel verschaltete Kondensatoren aufweisen kann.

[0083] Alternativ können einem Kondensator auch mehrere Spulen zugeordnet sein.

[0084] Auch Konstruktionen, bei welchen einer Kondensatoreinrichtung genau eine Spule elektrisch zugeordnet ist und kumulativ einer weiteren Kondensatoreinrichtung mehrere Spulen elektrisch zugeordnet sind, können an der vorliegenden Induktionsheizvorrichtung vorteilhaft realisiert sein.

[0085] Hierbei können je nach Anwendungsbedürfnis unterschiedliche Anordnungsvariationen realisiert sein.

[0086] Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn die Induktionsheizvorrichtung eine zweite Spule aufweist, wobei die zweite Spule in der horizontalen Ebene und/oder in der vertikalen Richtung verschiebbar gelagert ist, wobei die zweite Spule und die Kondensatoreinrichtung mit zumindest einem Kabel elektrisch verbunden sind, oder wobei die zweite Spule und eine zweite Kondensatoreinrichtung elektrisch verbunden sind.

[0087] Vorteilhafterweise kann die vorliegende Induktionsheizvorrichtung wenigstens eine weitere, nämlich eine zweite Spule, aufweisen, mittels welcher das metallische Gut zusätzlich behandelt bzw. erwärmt werden kann.

[0088] Hierbei können die erste und die zweite Spule gemeinsam mit einer einzigen Kondensatoreinrichtung elektrisch wechselwirken, nämlich mit der Kondensatoreinrichtung der ersten Spule, wodurch die Anzahl der erforderlichen Kondensatoreinrichtungen reduzierbar ist.

[0089] Alternativ kann der zweiten Spule eine eigene Kondensatoreinrichtung elektrisch zugeordnet sein.

[0090] Bei dieser alternativen Ausführungsvariante kann in einer ersten beispielhaften konstruktiven Ausführung die zweite Kondensatoreinrichtung analog zu der ersten Kondensatoreinrichtung gelagert angeordnet sein.

[0091] Gemäß einer zweiten beispielhaften konstruktiven Ausführung kann die zweite Kondensatoreinrichtung und die zweite Spule unmittelbar miteinander elektrisch wirkverbunden sein, etwa mittels Stromschienen-

elementen oder dergleichen. Hierbei ist es vorteilhaft, dass etwa durch elektrische Kabel verursachte elektrische Verluste vermeidbar sind, da elektrische Kabel durch elektrische Stromschienenverbindungen ersetzt sind.

[0092] Eine derartige elektrische Verbindung kann dann besonders vorteilhaft eingesetzt werden, wenn die zweite Spule etwa nur in der horizontalen Ebene verschiebbar gelagert ist, da die zusätzliche Masse der zweiten Kondensatoreinrichtung hierbei nicht vertikal bewegt werden muss.

[0093] Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn die zweite Spule unmittelbar unterhalb der Ebene der Transportstrecke bzw. des Rollgangs gelagert ist. Hierbei ist die zweite Spule unterhalb des zu erwärmenden metallischen Guts platziert.

[0094] Alternativ kann die zweite Spule zusätzlich auch vertikal verschiebbar gelagert angeordnet sein, wenn dies anwendungsbezogen vorteilhaft ist.

[0095] Ferner ist es möglich, dass die zweite Spule und die diesbezügliche Kondensatoreinrichtung durch eine Vielzahl an elektrischen Kabeln elektrisch miteinander verbunden sein können.

[0096] Insbesondere sind hinsichtlich der Zuordnung bezüglich Spulen und Kondensatoren die unterschiedlichen Konstellationen möglich, welche bereits vorstehend ausführlich im Zusammenhang mit der ersten Spule beschrieben sind und insofern hinsichtlich der zweiten Spule nicht nochmals erläutert ist.

[0097] Um das elektrische Kabel möglichst kurz halten zu können, kann eine Verschiebung zwischen der Kondensatoreinrichtung und insbesondere der ersten Spule nicht beliebig weit erfolgen. Das liegt unter anderem auch daran, dass eine erste Komponente dieser Komponenten (Kondensatoreinrichtung, Spule) nicht beliebig ohne die andere Komponente dieser Komponenten etwa in der horizontalen Ebene verschoben werden kann.

[0098] Insofern ist es vorteilhaft, wenn die Kondensatoreinrichtung und die erste Spule eine maximale relative Verschiebung von kleiner oder gleich 4 m aufweisen, bevorzugt von kleiner oder gleich 2,0 m und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich 1,5 m oder von kleiner oder gleich 1,0 m.

[0099] Je nach Leistung der Induktionsheizvorrichtung ist es vorteilhaft, wenn alternativ die Kondensatoreinrichtung und die erste Spule eine maximale relative Verschiebung von kleiner oder gleich 3 m aufweisen, bevorzugt von kleiner oder gleich 1,25 m und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich 0,75 m.

[0100] Eine diesbezügliche maximal mögliche Verschiebung kann hierbei auf unterschiedliche Weise erreicht werden, beispielsweise mittels der Wahl der Kabellänge des elektrischen Kabels, und/oder mittels einer geeigneten mechanisch gekoppelten Lagerung, und/oder mittels einer elektronischen Steuerung der Verschiebung in der horizontalen Ebene, um an dieser Stelle nur einige Möglichkeiten beispielhaft zu nennen.

[0101] Insofern ist es vorteilhaft, wenn ein elektrisches

Kabel, insbesondere die elektrischen Kabel eine Länge von kleiner oder gleich 4 m aufweisen, bevorzugt von kleiner oder gleich 2,0 m und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich 1,5 m oder von kleiner oder gleich 1,0 m.

[0102] Erstens, können durch eine solche gewählte Länge die durch ein elektrisches Kabel verursachten elektrischen Verluste eingeschränkt bzw. reduziert werden.

[0103] Zweitens, sind durch derartige Kabellängen so- gleich die maximal mögliche relative Verschiebung zwischen der Kondensatoreinrichtung und der zugehörigen Spule baulich einfach vorgebbar.

[0104] Entsprechend vorteilhaft sind auch Werte hinsichtlich der Kabellänge von kleiner oder gleich 3 m auf- weisen, bevorzugt von kleiner oder gleich 1,25 m und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich 0,75 m.

[0105] Um die Gefahr zu verringern oder zur Gänze ausschließen zu können, dass ein maximal möglicher Abstand zwischen der Kondensatoreinrichtung und der Spule nicht überschritten werden kann, ist es vorteilhaft, wenn die Kondensatoreinrichtung und die erste Spule hinsichtlich einer Bewegung in der horizontalen Ebene zwangsgekoppelt sind.

[0106] Außerdem ist es vorteilhaft, wenn die erste Spule zur Erwärmung des metallischen Gutes mittels Querfeldinduktion eingerichtet ist, und/oder wenn die erste Spule und die zweite Spule zur Erwärmung des metallischen Gutes mittels Querfeldinduktion und/oder Längsfeldinduktion eingerichtet sind.

[0107] Eine Querfeldinduktion ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn nur eine einzige, insbesondere erste bzw. obere, Spule zur Verfügung steht, um das metallische Gut zu erwärmen.

[0108] Eine Längsfeldinduktion in Kombination mit einer ersten oberhalb des designiert zu erwärmenden metallischen Gutes angeordneten Spule und einer zweiten unterhalb des designiert zu erwärmenden metallischen Gutes angeordneten Spule kann vorteilhaft erreicht werden, wenn die erste Spule und die zweite Spule mit einem Phasenversatz zueinander schwingen, insbesondere mit einem Phasenversatz von 180°.

[0109] Gemäß einer weiteren Ausführungsvarianten ist es vorteilhaft, wenn die Energieversorgungseinrichtung einen Wechselrichter aufweist, insbesondere einen ersten Wechselrichter, wobei der Wechselrichter mit der Kondensatoreinrichtung gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere sind der Wechselrichter und die Kondensatoreinrichtung mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen elektrisch miteinander verbunden, und/oder wobei die Energieversorgungseinrichtung einen zweiten Wechselrichter aufweist, wobei der zweite Wechselrichter mit der zweiten Kondensatoreinrichtung gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere sind der zweite Wechselrichter und die zweite Kondensatoreinrichtung mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen elektrisch miteinander verbunden, oder wobei der Wechsel-

richter mit der Kondensatoreinrichtung elektrisch verbunden ist, und wobei der Wechselrichter mit der zweiten Kondensatoreinrichtung elektrisch verbunden ist, und wobei der Wechselrichter mit der der Kondensatoreinrichtung oder der zweiten Kondensatoreinrichtung gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen.

[0110] Um eine Verschiebung einer Spule gegenüber einem metallischen Gut bzw. einer Transportstrecke hierfür bzw. einem diesbezüglichen Rollgang weiter zu verbessern, ist es vorteilhaft, wenn auch der Wechselrichter gegenüber der Spule unabhängig angeordnet ist, ähnlich wie die Kondensatoreinrichtung.

[0111] Eine entsprechend verschiebbar gelagerte Anordnung kann baulich einfach realisiert sein, wenn der Wechselrichter mit der Kondensatoreinrichtung beispielsweise zwangsgekoppelt ist, so dass der Wechselrichter einer Verschiebungsbewegung der zugehörigen Kondensatoreinrichtung stets folgt.

[0112] Vorteilhafterweise erfolgt die Verschiebung des Wechselrichters in der horizontalen Ebene, wodurch besonders kurze elektrische Verbindungen zu der Spule erzielt werden können.

[0113] Geeignete Kabellängen von elektrischen Kabeln der elektrischen Verbindungen sind vorstehend bereits beschrieben.

[0114] Weist die Induktionsheizvorrichtung mehr als eine Spule bzw. mehr als eine Kondensatoreinrichtung auf, ist es vorteilhaft, wenn auch mehr als ein Wechselrichter vorgesehen ist. Beispielsweise können zwei Wechselrichter eingesetzt werden, wenn die Induktionsheizvorrichtung zwei Kondensatoreinrichtungen aufweist.

[0115] Sind der Wechselrichter und die Kondensatoreinrichtung beispielsweise miteinander elektrisch zwangsgekoppelt, kann eine derartige elektrische Zwangskopplung baulich vorteilhaft mittels Stromschienen bewerkstelligt werden. Beispielsweise kann eine diesbezügliche elektrische Verbindung zu einer weiteren Kondensatoreinrichtung mittels eines elektrischen Kabels baulich einfach verwirklicht sein.

[0116] Ein "Wechselrichter" ist vorliegend ein leistungselektronisches Gerät oder eine elektrische Schaltung, die dazu eingerichtet ist, einen Gleichstrom (DC) in einen Wechselstrom (AC) umzuwandeln. Die sich daraus ergebende Wechselstromfrequenz hängt vom Schaltalgorithmus des Wechselrichters ab.

[0117] Eine Wechselrichterschaltung kann etwa durch Anwendung eines Algorithmus zur Pulsweitenmodulation gesteuert werden.

[0118] Insbesondere kann der Wechselrichter für den Betrieb eines spezifischen Schwingkreises ausgelegt sein. Bei der Verwendung unterschiedlicher Schwingkreise können vorteilhaft auch auf die unterschiedlichen Schwingkreise spezifisch abgestimmte unterschiedliche Wechselrichter verwendet werden, wobei ein Gleichrichter und/oder eine Glättungsschaltung und/oder ein Transformator und/oder ein Trennschalter für eine Mehr-

zahl unterschiedlicher Schwingkreise gleich ausgeführt sein können.

[0119] Insofern ist es zweckmäßig, wenn die Energieversorgungseinrichtung einen Gleichrichter aufweist, insbesondere einen Dreiphasen-Gleichrichter, insbesondere einen ersten Gleichrichter, wobei der Gleichrichter mit dem Wechselrichter gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere sind der Gleichrichter und der Wechselrichter mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen elektrisch miteinander verbunden, und/oder wobei die Energieversorgungseinrichtung einen zweiten Gleichrichter aufweist, wobei der zweite Gleichrichter mit dem ersten Wechselrichter oder dem zweiten Wechselrichter gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen elektrisch miteinander verbunden ist.

[0120] Um eine Verschiebung einer Spule gegenüber einem metallischen Gut bzw. einer Transportstrecke hierfür bzw. einem diesbezüglichen Rollgang weiter zu verbessern, ist es vorteilhaft, wenn auch der Gleichrichter gegenüber der Spule unabhängig angeordnet ist, ähnlich wie die Kondensatoreinrichtung.

[0121] Eine derart verschiebbar gelagerte Anordnung kann baulich einfach realisiert sein, wenn der Gleichrichter mit der Kondensatoreinrichtung beispielsweise zwangsgekoppelt ist, so dass der Gleichrichter einer Verschiebungsbewegung der zugehörigen Kondensatoreinrichtung stets folgt.

[0122] Vorteilhafterweise erfolgt die Verschiebung des Gleichrichters in der horizontalen Ebene, wodurch besonders kurze elektrische Verbindungen zu der Spule erzielt werden können.

[0123] Geeignete Kabellängen von elektrischen Kabeln für diese elektrischen Verbindungen sind vorstehend bereits beschrieben.

[0124] Weist die Induktionsheizvorrichtung mehr als eine Spule bzw. mehr als eine Kondensatoreinrichtung auf, ist es vorteilhaft, wenn auch mehr als ein Gleichrichter vorgesehen ist. Beispielsweise können zwei Gleichrichter eingesetzt werden, wenn die Induktionsheizvorrichtung zwei Kondensatoreinrichtungen aufweist.

[0125] Sind der Gleichrichter und die Kondensatoreinrichtung beispielsweise miteinander elektrisch zwangsgekoppelt, kann eine derartige elektrische Zwangskopplung baulich vorteilhaft mittels Stromschienen realisiert sein. Beispielsweise kann eine elektrische Verbindung zu einer weiteren Kondensatoreinrichtung mittels eines elektrischen Kabels baulich einfach verwirklicht sein.

[0126] Ferner ist es zweckmäßig, wenn die Energieversorgungseinrichtung zwischen dem zumindest einen Gleichrichter und dem zumindest einen Wechselrichter, eine Glättungsschaltung aufweist.

[0127] Eine Glättungsschaltung kann durch einen parallel zu dem Wechselrichter geschalteten Kondensator und/oder durch eine in Reihe zu einem Wechselrichter geschaltete Induktivität realisiert sein.

[0128] Beispielsweise kann eine Glättungsschaltung

zwischen jedem Wechselrichter und dem elektrisch damit verbundenen Gleichrichter angeordnet sein.

[0129] Darüber hinaus ist es vorteilhaft, wenn die Induktionsheizvorrichtung zumindest einen Trennschalter zum Anschluss der Induktionsheizvorrichtung an eine elektrische Stromversorgung aufweist.

[0130] Bevorzugt ist der Trennschalter offen, wenn der Trennungsschalter selbst spannungsfrei ist. Dies bedeutet in der Praxis, dass ein elektrisch spannungsfrei, also stromfrei, gestellter Trennschalter automatisch die Energieversorgungseinrichtung der vorliegenden Induktionsheizvorrichtung spannungsfrei schaltet und insofern auch den Schwingkreis elektrisch deaktiviert. Vorteilhaft ist dies beispielsweise für die sichere Durchführung von Wartungsarbeiten oder dergleichen.

[0131] Im Sinne der Erfindung bezeichnet der Begriff "Trennschalter" also ein Schaltelement, welches dazu eingerichtet ist, einen Stromkreis zu schließen oder spannungsfrei zu schalten, insbesondere für Service- und/oder Wartungsarbeiten oder Betriebsunterbrechungen. Ein Trennschalter kann als Leistungsschalter für hohe Ströme ausgebildet sein.

[0132] Optional umfasst etwa die Energieversorgungsvorrichtung der vorliegenden Induktionsheizvorrichtung einen einphasigen Trennschalter oder einen Dreiphasen-Trennschalter. Gemäß dieser Variante ist der Trennschalter zum Anschluss der Induktionsheizvorrichtung an eine Wechselstromversorgung eingerichtet, wobei die Energieversorgungseinrichtung zwischen dem Trennschalter und dem zumindest einen Wechselrichter zumindest einen Gleichrichter zur Umwandlung eines Wechselstroms in einen Gleichstrom zur Energieversorgung des zumindest einen Wechselrichters aufweist.

[0133] Mittels der hier vorgeschlagenen Trennschalter kann also sichergestellt werden, dass insbesondere die Energieversorgungsvorrichtung betriebssicher spannungsfrei geschaltet werden kann.

[0134] Vorzugsweise verbindet ein Trennschalter die Energieversorgungseinrichtung in geöffneter Stellung mit dem Erdpotential. Dadurch kann die Sicherheit gegen Stromschläge erhöht werden.

[0135] Darüber hinaus kann der Trennschalter zum Anschluss der Induktionsheizvorrichtung optional an eine Gleichstromversorgung eingerichtet sein.

[0136] Hier wird vorgeschlagen, dass der Trennschalter der Energieversorgungseinrichtung dazu eingerichtet ist, mit einer Gleichstromversorgung verbunden zu werden, vorzugsweise mit einer Gleichstromversorgung aufweisend eine Mittelspannung oder eine Niederspannung.

[0137] Die Wechselrichter der Energieversorgungseinrichtung können wiederum so ausgebildet sein, dass sie mittelbar mit der Gleichstromversorgung verbunden werden können, vorzugsweise also mit einer Mittelspannungsgleichspannung oder einer Niederspannungsgleichspannung gespeist werden können.

[0138] Eine Niederspannung kann größer oder gleich 120 V sein, vorzugsweise größer oder gleich 220 V und

besonders bevorzugt größer oder gleich 240 V.

[0139] Eine Niederspannung kann kleiner oder gleich 1.500 V und besonders bevorzugt kleiner oder gleich 1.000 V sein.

[0140] Ferner sei begrifflich noch Folgendes erläutert: Zunächst sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass im Rahmen der hier vorliegenden Patentanmeldung unbestimmte Artikel und Zahlenangaben wie "ein", "zwei" usw. im Regelfall als "mindestens"-Angaben zu verstehen sein sollen, also als "mindestens ein...", "mindestens zwei ..." usw., sofern sich nicht aus dem jeweiligen Kontext ausdrücklich ergibt oder es für den Fachmann offensichtlich oder technisch zwingend ist, dass dort nur "genau ein ...", "genau zwei ..." usw. gemeint sein können.

[0141] Im Rahmen der hier vorliegenden Patentanmeldung sei der Ausdruck "insbesondere" immer so zu verstehen, dass mit diesem Ausdruck ein optionales, bevorzugtes Merkmal eingeleitet wird. Der Ausdruck ist nicht als "und zwar" und nicht als "nämlich" zu verstehen.

[0142] Die Aufgabe der Erfindung wird auch von einer Produktionslinie zur Herstellung und/oder Verarbeitung eines metallischen Gutes, insbesondere eines Halbzeugs und/oder eines Vorprodukts und/oder eines Zwischenprodukts und/oder eines Produkts aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nichteisenmetall-Werkstoff, gelöst, welche sich durch eine Induktionsheizvorrichtung gemäß einem der hier beschriebenen Merkmale auszeichnet.

[0143] Ein mit der vorliegenden Induktionsheizvorrichtung ausgestattete Produktionslinie ist wesentlich effektiver betreibbar.

[0144] Insbesondere können metallische Güter mittels einer durch die vorliegende Induktionsheizvorrichtung ausgerüstete Produktionslinie gezielter und präziser unmittelbar vor Bearbeitungsvorrichtungen, wie etwa Walzvorrichtungen oder dergleichen, wärmebehandelt werden.

[0145] Es versteht sich, dass an der vorliegenden Produktionslinie eine das metallische Gut mechanisch bearbeitende Bearbeitungsvorrichtung vorgesehen sein kann, oder aber mehrere gleich oder unterschiedlich arbeitende Bearbeitungsvorrichtungen.

[0146] Hierzu wird das metallische Gut entlang einer Transportstrecke der Produktionslinie bzw. eines entsprechend eingerichteten Rollgangs transportiert.

[0147] Es versteht sich, dass die Produktionslinie noch weitere Behandlungs- bzw. Bearbeitungsvorrichtungen, wie etwa Trennvorrichtungen, Wickelvorrichtungen, Vereinzelungsvorrichtungen oder dergleichen aufweisen kann.

[0148] Die Aufgabe der Erfindung wird auch noch von einer Verwendung der der Erfindung zugrunde liegenden Induktionsheizvorrichtung nach einem der hier beschriebenen Merkmale und/oder der hier beschriebenen Produktionslinie gelöst.

[0149] Es versteht sich, dass es hinsichtlich der Ausgestaltung der vorliegenden Induktionsheizvorrichtung eine Vielzahl an möglichen technischen Konstellationen

an einer Produktionslinie zum Erwärmen von metallischen Gütern gibt.

[0150] Stellvertretend für diese Vielzahl sind nachfolgend erste mögliche Ausführungsformen kurz erläutert.

[0151] Bei einer ersten möglichen Ausführungsform umfasst die vorliegende Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen eines metallischen Guts eine einzige, erste Spule, welche oberhalb eines wirksamen Arbeitsbereichs der Induktionsheizvorrichtung, wie einer Transportstrecke für das metallische Gut, angeordnet ist, und eine einzige, erste Kondensatoreinrichtung sowie zusätzlich einen Wechselrichter und einen Gleichrichter, wobei die Kondensatoreinrichtung, der Wechselrichter und der Gleichrichter physikalisch getrennt von der Spule angeordnet sind, so dass sich die Spule im Raum gegenüber einem zu erwärmenden Gut einerseits und gegenüber der Kondensatoreinrichtung, der Wechselrichter und der Gleichrichter andererseits unabhängig bewegen kann. Im konkreten bedeutet dies, dass die Spule horizontal und vertikal verschieblich gelagert an der Induktionsheizvorrichtung angeordnet ist, während die Kondensatoreinrichtung, der Wechselrichter und der Gleichrichter lediglich horizontal verschieblich an der Induktionsheizvorrichtung gelagert angeordnet sind, und ansonsten vertikal unverschieblich sind, höchstens in einem nicht nennenswerten Rahmen, welcher beispielsweise konstruktionsbedingt ist, etwa um eine horizontale Verschiebung zu ermöglichen. Hierbei können die Kondensatoreinrichtung, der Wechselrichter und der Gleichrichter getrennt voneinander angeordnet sein, oder bevorzugt zu einer kompakten Baueinheit gemeinsam miteinander verbunden sein, etwa durch ein gemeinsames Trägerbauteil. Insbesondere sind der Wechselrichter und der Gleichrichter miteinander zwangsgekoppelt, etwa fest, aber lösbar durch eine geeignete mechanische Verbindung. Elektrisch sind der Gleichrichter und der Wechselrichter etwa mit Stromschienen wirkverbunden, während elektrische Verbindungen hinsichtlich der Kondensatoreinrichtung und der Spule durch elektrische Kabel einer geeigneten elektrischen Kabelverbindung realisiert sein können. Es ist alternativ aber auch möglich, dass die Kondensatoreinrichtung beispielsweise mit dem Wechselrichter ebenfalls mittels Stromschienen miteinander elektrisch wirkverbunden ist. Aufgrund der einzigen, ersten Spule ist eine derart konstruktiv ausgebildete Induktionsheizvorrichtung jedoch lediglich im Rahmen einer Querfeldinduktion einsetzbar.

[0152] Bei einer zweiten möglichen Ausführungsform, welche im Wesentlichen auf der ersten möglichen Ausführungsform aufbaut, umfasst die Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen eines metallischen Guts beispielsweise zwei Spulen, bei welcher die erste Spule der zwei Spulen oberhalb und die zweite Spule der zwei Spulen unterhalb des wirksamen Arbeitsbereichs, in welchem das metallische Gut erwärmbar ist, der Induktionsheizvorrichtung angeordnet sind. Ferner umfasst die Induktionsheizvorrichtung wieder eine einzige, erste Kondensatoreinrichtung, einen Wechselrichter und einen

Gleichrichter. Um Wiederholungen zu vermeiden wird ansonsten auf die Beschreibung von der vorstehend erläuterten ersten möglichen Ausführungsform verwiesen. Jedenfalls ist aufgrund der einzigen, ersten Kondensatoreinrichtung wieder nur eine Querfeldinduktion möglich.

[0153] Bei einer dritten möglichen Ausführungsform, welche im Wesentlichen auf der zweiten möglichen Ausführungsform aufbaut, sind an der Induktionsheizvorrichtung ebenfalls wieder zwei Spulen vorhanden. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird auch hier wieder auf die Beschreibung der vorherigen Ausführungsformen verwiesen. Außerdem umfasst die Induktionsheizvorrichtung gemäß der dritten möglichen Ausführungsform nun auch zwei Kondensatoreinrichtungen, so dass jeder Spule eine eigene Kondensatoreinrichtungen zugeordnet ist. Ferner sind zwei Wechselrichter und zwei Gleichrichter an dieser Induktionsheizvorrichtung vorhanden, wobei jeder Kondensatoreinrichtung genau ein Wechselrichter und genau ein Gleichrichter zugeordnet ist. Die elektrischen Verbindungsmöglichkeiten können hierbei von den vorstehend bereits beschriebenen elektrischen Verbindungen abgeleitet werden, und sind insofern nicht nochmals erläutert.

[0154] Eine vierte mögliche Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der dritten möglichen Ausführungsform, insofern werden hier nur die Unterschiede zu dieser dritten möglichen Ausführungsform beschrieben, welche sich im Wesentlichen darauf beschränken, dass anstelle von zwei Gleichrichtern nur ein einziger Gleichrichter vorhanden ist.

[0155] Eine fünfte mögliche Ausführungsform entspricht im Wesentlichen der vierten möglichen Ausführungsform mit dem Unterschied, dass neben den zwei Spulen und den zwei Kondensatoreinrichtungen lediglich ein einziger Wechselrichter sowie auch lediglich ein einziger Gleichrichter vorhanden sind.

[0156] Bei den Konstellationen von dritter, vierter und fünfter Ausführungsform sind vorteilhafterweise sowohl eine Querfeldinduktion als auch eine Längsfeldinduktion möglich.

[0157] Es versteht sich, dass an einer Produktionslinie mehrere solcher Induktionsheizvorrichtungen angeordnet sein können, sei es mit identisch ausgerüsteten Induktionsheizvorrichtungen und/oder mit unterschiedlich ausgerüsteten Induktionsheizvorrichtungen.

[0158] Die Aufgabe der Erfindung wird auch von einem Verfahren zum Betreiben einer Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern gelöst, bei welchem die metallischen Güter mittels wenigstens eines zumindest eine Spule und zumindest eine Kondensatoreinrichtung umfassenden Schwingkreises der Induktionsheizvorrichtung erwärmt wird, und bei welchem die zumindest eine Spule gegenüber der zumindest einen Kondensatoreinrichtung in horizontaler Richtung und/oder in vertikaler Richtung verschoben wird, um eine Position der Spule gegenüber den metallischen Gütern bedarfsweise zu verändern, wobei die Kondensatorein-

richtung in horizontaler Richtung zusätzlich verschoben wird.

[0159] Durch die erfindungsgemäße Möglichkeit der zusätzlichen Verschiebung der Kondensatoreinrichtung gelingt es auf baulich sehr einfache Weise, dass die Kondensatoreinrichtung einer Bewegung der Spule nahezu uneingeschränkt folgen kann, sei es bei einer Bewegung der Spule in einer horizontalen Bewegungsrichtung oder in einer vertikalen Bewegungsrichtung.

[0160] Der Ausdruck "gegenüber" beschreibt im Sinne der Erfindung, dass eine Verschiebung der Spule und eine Verschiebung der Kondensatoreinrichtung in einem gemeinsamen Schwingkreis unabhängig voneinander erfolgen kann, speziell in horizontaler Richtung.

[0161] Hinsichtlich weiterer Vorteile wird auf die vorstehende Beschreibung der beanspruchten Induktionsheizvorrichtung verwiesen, um Wiederholungen zu vermeiden.

[0162] Vorteilhaft ist es hierbei, wenn die Verschiebung der Kondensatoreinrichtung mittels einer Steuereinrichtung in Abhängigkeit von einer Verschiebung der Spule gesteuert wird. Beispielsweise kann die Verschiebung der Kondensatoreinrichtung hierbei synchron oder zeitlich versetzt zu der Verschiebung der Spule erfolgen.

[0163] In jedem Fall ist durch die Funktion der Steuereinrichtung vorliegend gewährleistet, dass ein Abstand zwischen der Spule und der Kondensatoreinrichtung einen kritischen Maximalwert nicht erreicht bzw. nicht überschreitet, wenn die Spule gegenüber einem metallischen Gut eingestellt wird.

[0164] Vorteilhaft ist es darüber hinaus, wenn die Kondensatoreinrichtung in horizontaler Richtung verschoben wird, wenn die Spule in vertikaler Richtung und/oder in horizontaler Richtung verschoben wird, da durch eine Horizontalbewegung der Kondensatoreinrichtung ein Erreichen oder Überschreiten eines kritischen Abstandes zwischen Kondensatoreinrichtung und Spule verhindert werden kann, egal ob die Spule horizontal und/oder vertikal insbesondere gegenüber der Kondensatoreinrichtung verschoben wird.

[0165] An dieser Stelle sei noch beansprucht, dass das hier beschriebene Verfahren auch noch durch weitere erläuterte technische Merkmale, insbesondere durch Merkmale der Induktionsheizvorrichtung, ergänzt werden kann, um das Verfahren vorteilhaft weiterzuentwickeln bzw. Verfahrensspezifikationen noch präziser darstellen bzw. formulieren zu können.

[0166] Es versteht sich, dass die Merkmale der vorstehend bzw. in den Ansprüchen beschriebenen Lösungen gegebenenfalls auch kombiniert werden können, um die vorliegend erzielbaren Vorteile und Effekte entsprechend kumuliert umsetzen zu können.

[0167] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich zusätzlich aus den nachfolgend erläuterten Ausführungsbeispielen.

[0168] Komponenten, welche in den einzelnen Figuren wenigstens im Wesentlichen hinsichtlich ihrer Funktion übereinstimmen, können hierbei mit gleichen Bezugszei-

chen gekennzeichnet sein, wobei die Komponenten nicht in allen Figuren beziffert und erläutert sein müssen.

[0169] In der Zeichnung zeigen:

Figur 1: schematisch eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern;

Figur 2: schematisch eine Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern, wobei dieses weitere Ausführungsbeispiel dem ersten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen entspricht und in einer Produktionslinie zum Herstellen und/oder Verarbeiten von metallischen Gütern integriert noch detaillierter beschrieben ist; und

Figur 3: schematisch eine Ansicht eines anderen Ausführungsbeispiels einer zusätzlichen Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern, wobei die zusätzliche Induktionsheizvorrichtung zwei Spulen und nur eine Kondensatoreinrichtung umfasst;

Figur 4: schematisch eine Ansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer Energieversorgungseinrichtung für eine Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern;

Figur 5: schematisch eine Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Energieversorgungseinrichtung für eine Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern, wobei ein erster und ein zweiter Gleichrichter, ein erster und ein zweiter Wechselrichter und eine erste und eine zweite Kondensatoreinrichtung verwendet werden;

Figur 6: schematisch eine Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Energieversorgungseinrichtung für eine Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern, wobei ein Gleichrichter, ein erster und ein zweiter Wechselrichter und eine erste und eine zweite Kondensatoreinrichtung verwendet werden;

Figur 7: schematisch eine Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Energieversorgungseinrichtung für eine Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern, wobei ein Gleichrichter, ein Wechselrichter und eine erste und eine zweite Kondensatoreinrichtung verwendet werden; und

Figur 8: schematisch eine Ansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Energieversorgungseinrichtung für eine Induktionsheizvorrichtung zum Erwärmen von metallischen Gütern, wobei ein erster und ein zweiter Gleichrichter, ein Wechselrichter und eine Kondensatoreinrichtung verwendet werden.

[0170] Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer sehr einfach aufgebauten Induktionsheizvorrichtung 1 mit einem einzigen Schwingkreis 2 zum Erzeugen eines Magnetfelds (nicht gezeigt), mittels welchem ein metallisches Gut 4 erwärmbar ist.

[0171] Das metallische Gut 4 kann beispielsweise ein Halbzeug, ein Vorprodukt oder ein Zwischenprodukt sein. Es kann aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nicht-eisenmetall-Werkstoff hergestellt sein.

[0172] Der einzige Schwingkreis 2 ist in diesem ersten Ausführungsbeispiel in einer sehr einfachen Ausgestaltung lediglich durch eine einzige Spule 6 und durch eine einzige Kondensatoreinrichtung 8 gebildet.

[0173] Ferner weist die Induktionsheizvorrichtung 1 eine Energieversorgungseinrichtung 10 zur Versorgung des ersten Schwingkreises 2 mit elektrischer Energie auf.

[0174] Die Spule 6 und die Kondensatoreinrichtung 8 sind mit elektrischen Kabeln 12 im Sinne einer flexiblen, längenausgleichenden Energieübertragungseinrichtung elektrisch verbunden.

[0175] Um die Spule 6 gegenüber dem metallischen Gut 4 nahezu beliebig verstellen zu können, beispielsweise um die Induktionsheizvorrichtung 1 an unterschiedliche metallische Güter 4 anpassen zu können, ist die Spule 6 zum einen in einer horizontalen Richtung 14 und insofern in einer horizontalen Ebene 15, und zum anderen in einer vertikalen Richtung 16 verschiebbar gelagert.

[0176] Die Kondensatoreinrichtung 8 hingegen ist lediglich in horizontaler Richtung 14 entlang der horizontalen Ebene 15 verschiebbar gelagert.

[0177] Die Kondensatoreinrichtung 8 ist in vertikaler Richtung 16 jedoch nicht verschiebbar, sondern hinsichtlich einer vertikalen Verschiebung festgelegt bzw. fixiert, so dass nur eine horizontale Verschiebung der Kondensatoreinrichtung 8 möglich ist.

[0178] Die Spule 6 und die Kondensatoreinrichtung 8 sind hierbei unabhängig voneinander angeordnet, so dass die Kondensatoreinrichtung 8 von einer Bewegung der Spule 6 weitestgehend unabhängig ist, aber bedarfsweise eine Horizontalbewegung durchführen kann, sollte beispielsweise die Kabellänge der Kabel 12 zwischen der Spule 6 und der Kondensatoreinrichtung 8 bei einer größeren Verschiebung der Spule 6 in horizontaler und/oder vertikaler Richtung 14 bzw. 16 nicht ausreichen.

[0179] Figur 2 zeigte ein zweites, etwas detaillierter beschriebenes Ausführungsbeispiel einer zweiten Induktionsheizvorrichtung 100, welche im Wesentlichen der ersten Induktionsheizvorrichtung 1 des ersten Aus-

führungsbeispiels entspricht und im Zusammenhang mit einer hier nicht näher beschriebenen Produktionslinie 20 zum Herstellen und/oder Verarbeiten von metallischen Gütern 4 gezeigt ist.

[0180] Insofern sind gleiche bzw. gleichwirkende Komponenten der weiteren Induktionsheizvorrichtung 100 mit gleichen Bezugszeichen versehen wie bei der ersten Induktionsheizvorrichtung 1.

[0181] Hinsichtlich der Produktionslinie 20 sei nur erläutert, dass sie einen Rollgang 21 umfasst, welche eine Transportstrecke 22 formuliert, entlang welcher die metallischen Güter 4 vorwärts transportiert werden, um an einzelnen Stationen (nicht gezeigt) der Produktionslinie 20 vorbeigeführt werden zu können, wie eben auch vorbei an einer Induktionsheizvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0182] Die zweite Induktionsheizvorrichtung 100 weist hinsichtlich der Spule 6 einen Arbeitsbereich 25 auf, welcher unterhalb der Spule 6 angeordnet ist, und in welchem das durch die Spule 6 initiierte Magnetfeld (nicht gezeigt) an der Transportstrecke 22 dort wirkt, wo sich die metallischen Güter 4 befinden, wenn diese insbesondere entlang der Transportstrecke 22 vorwärts transportiert werden.

[0183] Wie bereits vorstehend beschrieben, sind die Spule 6 des einzigen Schwingkreises 2 und auch die Kondensatoreinrichtung 8 des einzigen Schwingkreises 2 voneinander unabhängig angeordnet und hierbei insbesondere strukturell voneinander beabstandet angeordnet.

[0184] Genauer gesagt ist die Spule 6 von einem ersten Trägerbauteil 28 getragen, während die Kondensatoreinrichtung 8 von einem weiteren Trägerbauteil 30 getragen ist, wobei die beiden Trägerbauteile 28 und 30 voneinander derart verschieden sind, dass die Spule 6 auch ohne die Kondensatoreinrichtung 8 an der zweiten Induktionsheizvorrichtung 100 verschoben werden kann.

[0185] Die Trägerbauteile 28 und 30 umfassen in diesem zweiten Ausführungsbeispiel jeweils eine Gleitlagerung (nicht explizit gezeigt), mittels welcher die Spule 6 sowohl horizontal als auch vertikal und die Kondensatoreinrichtung 8 nur horizontal verschieblich sind.

[0186] Somit sind die Spule 6 und die Kondensatoreinrichtung 8 unabhängig voneinander beweglich an der zweiten Induktionsheizvorrichtung 100 gelagert angeordnet.

[0187] Dies ermöglicht insbesondere eine schnellere Verschiebbarkeit der Spule 6 gegenüber der Kondensatoreinrichtung 8 und speziell auch gegenüber den metallischen Gütern 4.

[0188] Die Spule 6 und die Kondensatoreinrichtung 8 sind durch einen Abstand 32 räumlich voneinander getrennt an der zweiten Induktionsheizvorrichtung 100 angeordnet.

[0189] Der Abstand 32 zwischen der Spule 6 und der Kondensatoreinrichtung 8 ist hierbei variabel, insbesondere aktiv variabel verstellbar, speziell dadurch, dass die

Spule 6 gegenüber dem Kondensator 8 verschieblich gelagert ist.

[0190] Der Abstand 32 zwischen der Spule 6 und der Kondensatoreinrichtung 8 ist ferner variabel, insbesondere aktiv variabel verstellbar, da auch die Kondensatoreinrichtung 8 gegenüber der Spule 6 verschieblich gelagert ist.

[0191] Für eine aktive Verstellbarkeit von Spule 6 und Kondensatoreinrichtung 8 zueinander weist sowohl das erste Trägerbauteil 28 als auch das zweite Trägerbauteil 30 einen motorischen Antrieb 33 bzw. 34 auf.

[0192] Der maximale Abstand 32 entspricht hierbei einer maximalen relativen Verschiebung zwischen der Spule 6 und der Kondensatoreinrichtung 8, wobei die maximale relative Verschiebung in diesem zweiten Ausführungsbeispiel 1,5 m ist.

[0193] Die Kabellänge der zwei elektrischen Kabel 12 der hier gezeigten elektrischen Verbindungseinrichtung 36 beträgt 2 m.

[0194] Außerdem weist die Kondensatoreinrichtung 8 in diesen zweiten Ausführungsbeispiel einen einzelnen Kondensator 38 auf, wobei in anderen Konstellationen auch mehrere solcher Kondensatoren 38 an der Kondensatoreinrichtung 8 vorhanden sein können.

[0195] Figur 3 zeigt ein anderes Ausführungsbeispiel einer weiteren Induktionsheizvorrichtung 200, wobei die weitere Induktionsheizvorrichtung 200 gegenüber den vorstehend beschriebenen Induktionsheizvorrichtungen 1 und 100 nicht nur einen Schwingkreis 2 aufweist, sondern darüber hinaus noch einen zweiten Schwingkreis 40.

[0196] Auch bezüglich diesem dritten Ausführungsbeispiel sind gleiche bzw. gleichwirkende Komponenten der beispielhaft beschriebenen Induktionsheizvorrichtungen 1, 100 und 200 mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0197] Der erste Schwingkreis 2 der dritten Induktionsheizvorrichtung 200 weist eine erste Spule 6 auf, welche wieder oberhalb der metallischen Güter 4 angeordnet ist.

[0198] Der zweite Schwingkreis 40 der dritten Induktionsheizvorrichtung 200 weist eine zweite Spule 41 auf, welche unterhalb der metallischen Güter 4 angeordnet ist.

[0199] Das bedeutet, dass die erste Spule 6 des ersten Schwingkreises 2 oberhalb des Arbeitsbereichs 25 der dritten Induktionsheizvorrichtung 200 und die zweite Spule 41 des zweiten Schwingkreises 40 unterhalb des Arbeitsbereichs 25 der dritten Induktionsheizvorrichtung 200 angeordnet sind.

[0200] Die dritte Induktionsheizvorrichtung 200 weist des Weiteren eine Kondensatoreinrichtung 8 auf, welche in diesem dritten Ausführungsbeispiel beiden Schwingkreisen 2 und 40 zugeordnet ist.

[0201] Dementsprechend nutzen die beiden Schwingkreise 2 und 40 der dritten Induktionsheizvorrichtung 200 eine gemeinsame Kondensatoreinrichtung 8, wobei diese gemeinsame Kondensatoreinrichtung 8 mehr als einen Kondensator 38 (nur exemplarisch beziffert) um-

fasst, um an beiden Schwingkreisen 2 und 40 beispielsweise betriebssicher ausreichend elektrische Energie bereitstellen zu können.

[0202] Alternativ kann eine gemäß der Erfindung ausgeführte Induktionsheizvorrichtung aber auch zwei oder mehrere Kondensatoreinrichtungen 8 aufweisen, wodurch der konstruktive Aufwand zwar zunimmt. Jedoch ließe sich hierdurch neben einer Querfeldinduktion vorteilhafterweise kumulativ auch eine Längsfeldinduktion im Arbeitsbereich 25 realisieren.

[0203] Beide Spulen 6 und 41 sind hier unabhängig voneinander und auch unabhängig gegenüber der gemeinsamen Kondensatoreinrichtung 8 jeweils sowohl in horizontaler Richtung 14 als auch in vertikaler Richtung 16 an der dritten Induktionsheizvorrichtung 200 verschieblich gelagert angeordnet.

[0204] Die beiden Spulen 6 und 41 können alternativ etwa als bauliche Einheit aber auch synchron miteinander verschieblich gelagert sein.

[0205] Die Kondensatoreinrichtung 8 hingegen ist nach wie vor lediglich in horizontaler Richtung 14 verschieblich gelagert.

[0206] Die elektrische Verbindungseinrichtung 36 zwischen der gemeinsamen Kondensatoreinrichtung 8 und der ersten, oberen Spule 6 und der zweiten, unteren Spule 41 besteht hierbei einerseits aus den ersten elektrischen Kabeln 12, welche von der gemeinsamen Kondensatoreinrichtung 8 zu der ersten, oberen Spule 6 führen, und andererseits aus weiteren elektrischen Kabeln 42, welche von der gemeinsamen Kondensatoreinrichtung 8 zu der zweiten, unteren Spule 41 führen.

[0207] Somit reicht für zwei Schwingkreise 2 und 40 konstruktiv einfach nur eine Kondensatoreinrichtung 8 aus.

[0208] In diesem dritten Ausführungsbeispiel verfügt die Energieversorgungseinrichtung 10 ebenfalls alternativ zu einer elektrischen Kabelverbindung über elektrische Stromschienenelemente 44, mittels welchen die Kondensatoreinrichtung 8 konstruktiv einfach elektrisch mit der Energieversorgungseinrichtung 10 wechselwirken kann.

[0209] Die Energieversorgungseinrichtungen 10 der vorstehend beschriebenen Induktionsheizvorrichtungen 1, 100 bzw. 200 können kumulativ noch durch Wechselrichter (hier nicht explizit gezeigt) und/oder durch Gleichrichter (hier ebenfalls explizit nicht gezeigt) ausgerüstet sein, wobei die Wechselrichter bzw. die Gleichrichter bevorzugt mit der jeweiligen Kondensatoreinrichtung 8 zwangsgekoppelt sein können, so dass eine Bewegung in horizontaler Richtung 14 sogleich gemeinsam mit der Kondensatoreinrichtung 8 durchgeführt werden kann.

[0210] An dieser Stelle sei explizit noch darauf hingewiesen, dass die Merkmale der vorstehend bzw. in den Ansprüchen und/oder Figuren beschriebenen Lösungen gegebenenfalls auch kombiniert werden können, um die erläuterten Merkmale, Effekte und Vorteile entsprechend kumuliert umsetzen bzw. erzielen zu können.

[0211] Gemäß den Darstellungen nach den Figuren 4

bis 8 sind verschiedene Ausführungsbeispiele zu möglichen Energieversorgungseinrichtungen 10 nochmals detaillierter bezüglich eines Netzanschlusses 50 gezeigt.

[0212] Jedes der Ausführungsbeispiele weist wenigstens eine Kondensatoreinrichtung 8 und wenigstens einen Gleichrichter 51 sowie wenigstens einen Wechselrichter 52 auf.

[0213] Hierbei sind die Netzanschlüsse 50, Gleichrichter 51, Wechselrichter 52 und Kondensatoreinrichtungen 8 mittels einer elektrischen Verbindungseinrichtung 36 miteinander elektrisch verbunden.

[0214] Gemäß der Darstellung nach der Figur 4 ist an dem ersten Ausführungsbeispiel je ein Gleichrichter 51 und ein Wechselrichter 52 für eine einzige Kondensatoreinrichtung 8 vorgesehen.

[0215] Gemäß der Darstellung nach der Figur 5 sind hinsichtlich des zweiten Ausführungsbeispiels zwei Kondensatoreinrichtungen 8 vorhanden und jeder Kondensatoreinrichtung 8 ist je ein Gleichrichter 51 und ein Wechselrichter 52 zugeordnet, wobei die Gleichrichter 51 jeweils an einem Netzanschluss 50 angeordnet sind.

[0216] Gemäß der Darstellung nach der Figur 6 ist bezüglich des dritten Ausführungsbeispiels ein Netzanschluss 50 vorhanden und hieran ist ein Gleichrichter 51 angeschlossen, wobei mit dem Gleichrichter 51 zwei Wechselrichter 52 elektrisch wirkverbunden sind. Jedem Wechselrichter 52 ist genau eine Kondensatoreinrichtung 8 zugeordnet.

[0217] Gemäß der Darstellung nach der Figur 7 weist das gezeigte vierte Ausführungsbeispiel einen Netzanschluss 50 auf, an welchem ein Gleichrichter 51 mit einem Wechselrichter 52 angeschlossen sind, wobei der Wechselrichter 52 mit zwei Kondensatoreinrichtungen 8 elektrisch verbunden ist.

[0218] Gemäß der Darstellung nach der Figur 8 umfasst das gezeigte fünfte Ausführungsbeispiel zwei Netzanschlüsse 50, an welchen jeweils ein Gleichrichter 51 angeschlossen ist. Beide Gleichrichter 51 sind gemeinsam mit einem einzigen Wechselrichter 52 elektrisch wirkverbunden, welcher eine einzige Kondensatoreinrichtung 8 speist.

Bezugszeichenliste

[0219]

1	Induktionsheizvorrichtung
2	Schwingkreis
4	metallisches Gut
6	Spule
8	Kondensatoreinrichtung
10	Energieversorgungseinrichtung
12	Energieversorgungseinrichtung bzw. elektrische Kabel
14	horizontale Richtung
15	horizontale Ebene
16	vertikale Richtung

20	Produktionslinie	
21	Rollgang	
22	Transportstrecke	
25	Arbeitsbereich	
28	erstes Trägerbauteil	5
30	weiteres Trägerbauteil	
32	Abstand	
33	erster motorische Antrieb	
34	weiterer motorischer Antrieb	
36	elektrische Verbindungseinrichtung	10
38	Kondensator	
40	zweiter Schwingkreis	
41	zweite Spule	
42	weitere elektrische Kabel	
44	elektrische Stromschienenelemente	15
50	Netzanschluss	
51	Gleichrichter	
52	Wechselrichter	
100	zweite Induktionsheizvorrichtung	20
200	weitere Induktionsheizvorrichtung	

Patentansprüche

1. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) zur Erwärmung eines metallischen Gutes (4), insbesondere eines Halbzeugs und/oder eines Vorprodukts und/oder eines Zwischenprodukts und/oder eines Produkts aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nicht-eisenmetall-Werkstoff, aufweisend:
 - einen ersten Schwingkreis (2) zur Erzeugung eines Magnetfeldes zur Erwärmung des metallischen Gutes (4), und
 - eine Energieversorgungseinrichtung (10) zur Versorgung des ersten Schwingkreises (2) mit elektrischer Energie, wobei der erste Schwingkreis (2) eine erste Spule (6) und eine Kondensatoreinrichtung (8) aufweist, wobei die erste Spule (6) und die Kondensatoreinrichtung (8) elektrisch verbunden sind, wobei die erste Spule (6) in einer horizontalen Ebene (15) und/oder in einer vertikalen Richtung (16) verschiebbar gelagert ist, wobei die Kondensatoreinrichtung (8) unabhängig von der ersten Spule (6) angeordnet ist, wobei die Kondensatoreinrichtung (8) in der horizontalen Ebene (15) verschiebbar gelagert ist.
2. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) eine zweite Spule (41) aufweist, wobei die zweite Spule (41) in der horizontalen Ebene (15) und/oder in der vertikalen Richtung (16) verschiebbar gelagert ist,

- wobei die zweite Spule (41) und die Kondensatoreinrichtung (8) mit zumindest einem Kabel (12, 42) elektrisch verbunden sind, oder
- wobei die zweite Spule (41) und eine zweite Kondensatoreinrichtung elektrisch verbunden sind.

3. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kondensatoreinrichtung (8) und die erste Spule (6) eine maximale relative Verschiebung von kleiner oder gleich 4 m aufweisen, bevorzugt von kleiner oder gleich 2,0 m und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich 1,5 m.
4. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein elektrisches Kabel, insbesondere die elektrischen Kabel eine Länge von kleiner oder gleich 4 m aufweisen, bevorzugt von kleiner oder gleich 2,0 m und besonders bevorzugt von kleiner oder gleich 1 m.
5. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kondensatoreinrichtung (8) und die erste Spule (6) hinsichtlich einer Bewegung in der horizontalen Ebene (15) zwangsgekoppelt sind.
6. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die erste Spule (6) zur Erwärmung des metallischen Gutes (4) mittels Querfeldinduktion eingerichtet ist, und/oder
 - die erste Spule (6) und die zweite Spule (41) zur Erwärmung des metallischen Gutes (4) mittels Querfeldinduktion und/oder Längsfeldinduktion eingerichtet sind.
7. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinrichtung (10) einen Wechselrichter (52) aufweist, insbesondere einen ersten Wechselrichter (52),
 - wobei der Wechselrichter (52) mit der Kondensatoreinrichtung (8) gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere sind der Wechselrichter (52) und die Kondensatoreinrichtung (8) mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen (44) elektrisch miteinander verbunden, und/oder
 - wobei die Energieversorgungseinrichtung (10) einen zweiten Wechselrichter (52) aufweist, wobei der zweite Wechselrichter (52) mit der zwei-

- ten Kondensatoreinrichtung (8) gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere sind der zweite Wechselrichter (52) und die zweite Kondensatoreinrichtung (8) mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen (44) elektrisch miteinander verbunden, oder
- wobei der Wechselrichter (52) mit der Kondensatoreinrichtung (8) elektrisch verbunden ist, und wobei der Wechselrichter (52) mit der zweiten Kondensatoreinrichtung (8) elektrisch verbunden ist, und wobei der Wechselrichter (52) mit der der Kondensatoreinrichtung (8) oder der zweiten Kondensatoreinrichtung (8) gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere mittels elektrischer Kabel und/oder Stromschienen (44) .
8. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinrichtung (10) einen Gleichrichter (51) aufweist, insbesondere einen Dreiphasen-Gleichrichter (51), insbesondere einen ersten Gleichrichter (51),
- wobei der Gleichrichter (51) mit dem Wechselrichter (52) gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere sind der Gleichrichter (51) und der Wechselrichter (52) mittels elektrischen Kabeln und/oder Stromschienen (44) elektrisch miteinander verbunden, und/oder
 - wobei die Energieversorgungseinrichtung (10) einen zweiten Gleichrichter (51) aufweist, wobei der zweite Gleichrichter (51) mit dem ersten Wechselrichter (52) oder dem zweiten Wechselrichter (52) gekoppelt, insbesondere zwangsgekoppelt, ist, insbesondere mittels elektrischen Kabeln und/oder Stromschienen (44) elektrisch miteinander verbunden ist.
9. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Energieversorgungseinrichtung (10) zwischen dem zumindest einen Gleichrichter (51) und dem zumindest einen Wechselrichter (52), eine Glättungsschaltung aufweist.
10. Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) zumindest einen Trennschalter zum Anschluss der Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) an eine elektrische Stromversorgung aufweist.
11. Produktionslinie (20) zur Herstellung und/oder Verarbeitung eines metallischen Gutes (4), insbesondere eines Halbzeugs und/oder eines Vorprodukts und/oder eines Zwischenprodukts und/oder eines
- Produkts aus Eisen-, Stahl- und/oder einem Nicht-eisenmetall-Werkstoff, aufweisend eine Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10.
12. Verwendung einer Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 10 und/oder einer Produktionslinie (20) gemäß Anspruch 11.
13. Verfahren zum Betreiben einer Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) zum Erwärmen von metallischen Gütern (4), bei welchem die metallischen Güter (4) mittels wenigstens eines zumindest eine Spule (6, 41) und zumindest eine Kondensatoreinrichtung (8) umfassenden Schwingkreises (2, 40) der Induktionsheizvorrichtung (1; 100; 200) erwärmt wird, und bei welchem die zumindest eine Spule (6, 41) gegenüber der zumindest einen Kondensatoreinrichtung (8) in horizontaler Richtung (14) und/oder in vertikaler Richtung (16) verschoben wird, um eine Position der Spule (6, 41) gegenüber den metallischen Gütern (4) bedarfsweise zu verändern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kondensatoreinrichtung (8) in horizontaler Richtung (14) zusätzlich verschoben wird.
14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verschiebung der Kondensatoreinrichtung (8) mittels einer Steuereinrichtung in Abhängigkeit von einer Verschiebung der Spule (6, 41) gesteuert wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kondensatoreinrichtung (8) in horizontaler Richtung (14) verschoben wird, wenn die Spule (6, 41) in vertikaler Richtung (16) und/oder in horizontaler Richtung (14) verschoben wird.

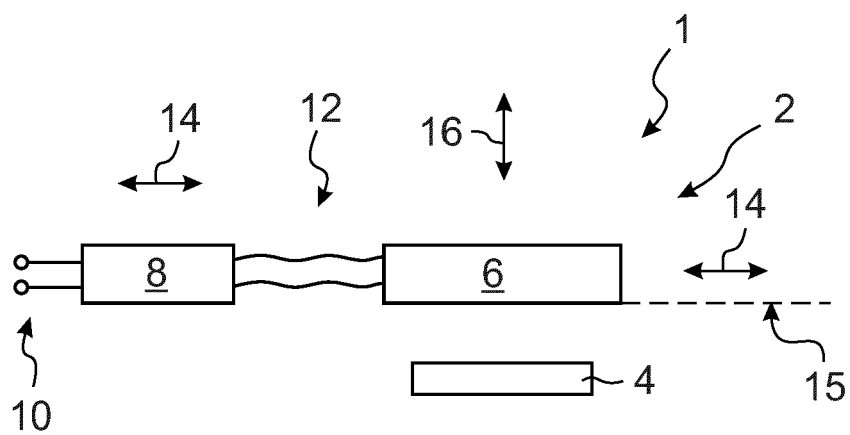


Fig. 1

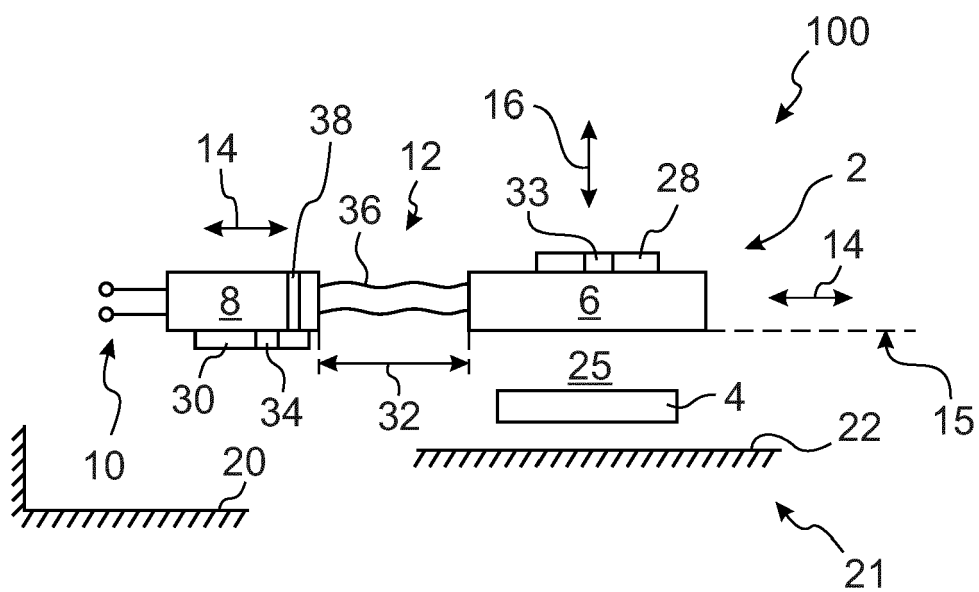


Fig. 2

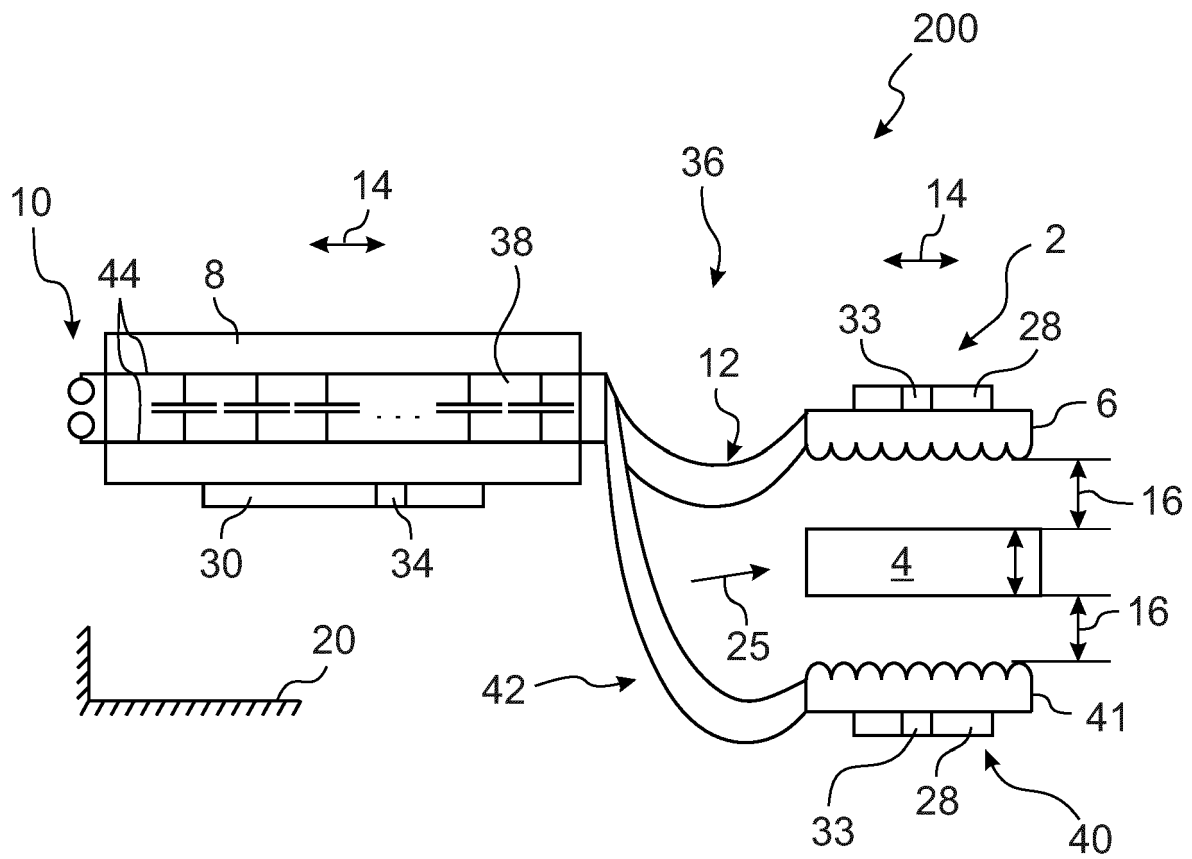
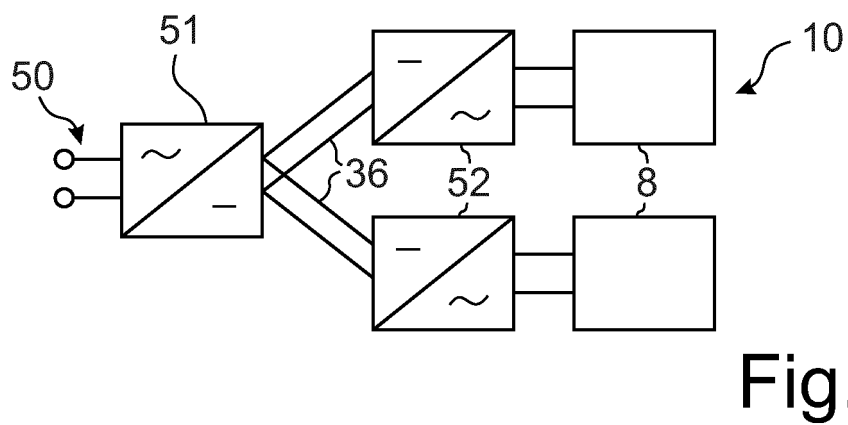
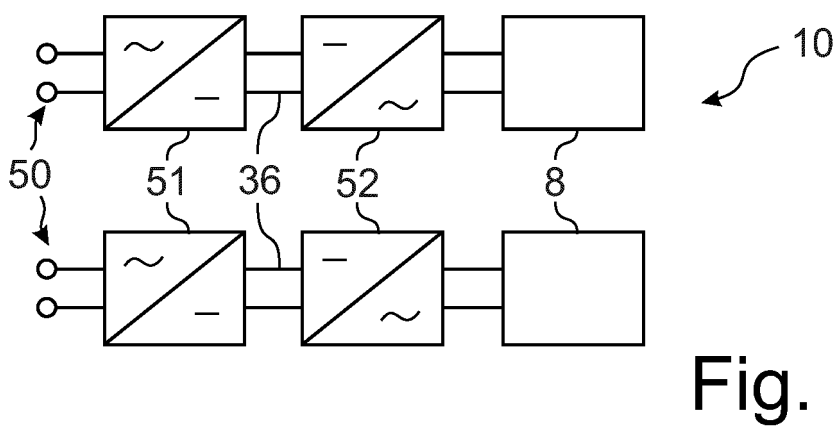
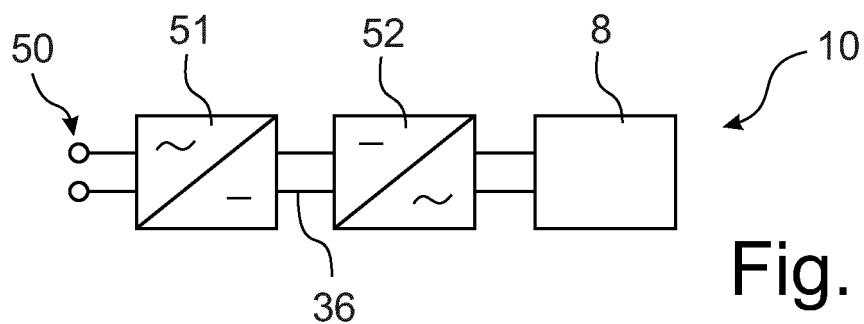


Fig.3



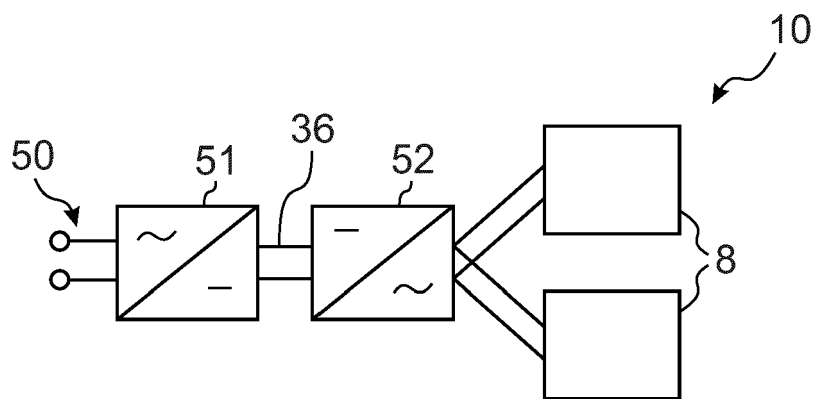


Fig. 7

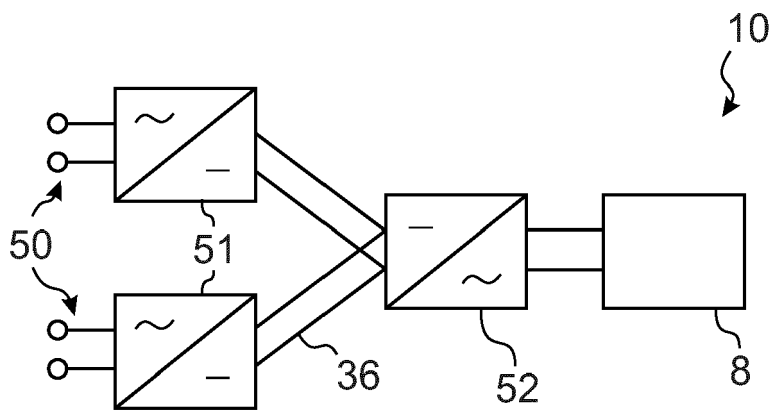


Fig. 8



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 24 17 7277

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

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	EP 2 517 532 B1 (ROCTOOL [FR]) 12. Juli 2017 (2017-07-12) * Absatz [0001] * * Absatz [0029]; Abbildung 1 * * Absatz [0042] - Absatz [0044]; Abbildung 8 *	1, 12, 13	INV. H05B6/04 H05B6/44 H05B6/10
Y	US 2022/086962 A1 (FÜRST HEINZ [AT] ET AL) 17. März 2022 (2022-03-17) * Absatz [0002] * * Absatz [0041] - Absatz [0044]; Abbildung 1 *	1-15	
Y	EP 3 025 799 B1 (SMS GROUP GMBH [DE]) 24. Mai 2017 (2017-05-24) * Absatz [0047]; Abbildung 4 * * Absatz [0050] - Absatz [0051]; Abbildung 4 *	1-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München		27. September 2024	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 : nichtschriftliche 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 24 17 7277

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.

27-09-2024

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	EP 2517532	B1	12-07-2017	EP 2517532 A1		31-10-2012
				FR 2954888 A1		01-07-2011
				WO 2011076945 A1		30-06-2011
15	-----					
	US 2022086962	A1	17-03-2022	CN 113260722 A		13-08-2021
				EP 3911771 A1		24-11-2021
				US 2022086962 A1		17-03-2022
				WO 2020148202 A1		23-07-2020
20	-----					
	EP 3025799	B1	24-05-2017	EP 3025799 A1		01-06-2016
				WO 2016083439 A1		02-06-2016

25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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