

(19)



(11)

EP 2 704 524 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

05.03.2014 Patentblatt 2014/10

(51) Int Cl.:

H05B 6/10 (2006.01)**H05B 6/06 (2006.01)**(21) Anmeldenummer: **12182061.7**(22) Anmeldetag: **28.08.2012**

(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

(71) Anmelder: **AEG Power Solutions GmbH**
59581 Warstein-Belecke (DE)

(72) Erfinder: **Wallmeier, Peter**
59556 Lippstadt (DE)

(74) Vertreter: **Graefe, Jörg et al**
Fritz Patent- und Rechtsanwälte
Postfach 15 80
59705 Arnsberg (DE)

(54) **Vorrichtung zum Erwärmen mittels elektromagnetischer Induktion, insbesondere Induktionsheizung oder Induktionsofen**

(57) Vorrichtung zum Erwärmen mittels elektromagnetischer Induktion, insbesondere Induktionsheizung oder Induktionsofen zum Beispiel zum Erwärmen von Siliciumcarbid,

- mit einer ersten Stromversorgungsanordnung (1) mit einem Ausgang mit zwei Anschlüssen (11, 12),
- mit einer zweiten Stromversorgungsanordnung (2) zum Bereitstellen von n-phasiger Mehrphasenwechselspannung an n Ausgängen mit je zwei Anschlüssen (21, 22, 23), wobei die Phasenverschiebung zwischen verketteten Spannungen (U_{12} , U_{21}) der ausgangsseitig der zweiten Stromversorgungsanordnung bereitgestellten n-phasigen Mehrphasenwechselspannung $360^\circ/n$ beträgt und wobei n eine natürliche Zahl größer oder gleich zwei ist,
- wobei die n Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung (2) dadurch eine Kette bilden, dass unter den n Ausgängen n-2 Ausgänge sind, denen zwei Anschlüsse zugeordnet sind, die gleichzeitig

auch je einem anderen der Ausgänge zugeordnet sind, und dass von den n Ausgängen zwei Ausgänge nur einen Anschluss (22) aufweisen, der zugleich auch einem anderen Ausgang zugeordnet ist, während die anderen Anschlüsse (21, 23) dieser beiden Ausgänge nur einem Ausgang zugeordnet sind und diese Anschlüsse (21, 23) den Anfang und das Ende der Kette bilden,

- wobei an jedem Ausgang der zweiten Stromversorgungsanordnung (2) eine der verketteten Spannungen (U_{12} , U_{21}) des n-Phasen-Wechselstromsystems anliegt, wobei die Vorrichtung
- wenigstens n Induktoren (31, 32) aufweist,
- wobei die Induktoren (31, 32) bezüglich der ersten Stromversorgungsanordnung (1) in Reihe geschaltet an den Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung angeschlossen sind und
- wobei wenigstens je ein Induktor (31, 32) an einen Ausgang der Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung angeschlossen ist.

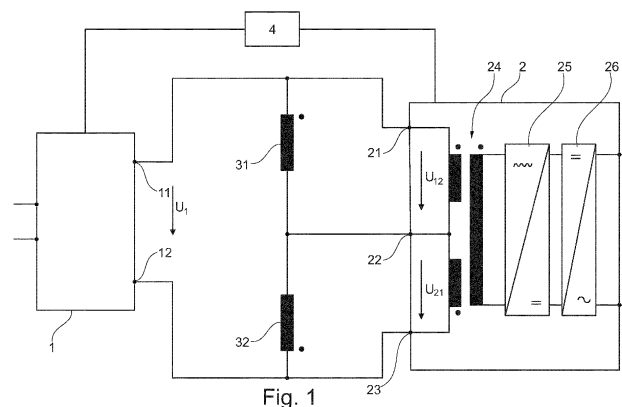


Fig. 1

EP 2 704 524 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erwärmen mittels elektromagnetischer Induktion, insbesondere Induktionsheizung oder Induktionsofen zum Beispiel zum Erwärmen von Siliciumcarbid,

- mit einer ersten Stromversorgungsanordnung mit einem Ausgang mit zwei Anschlüssen,
- mit einer zweiten Stromversorgungsanordnung zum Bereitstellen von n-phasiger Mehrphasenwechselspannung an n Ausgängen mit je zwei Anschlüssen, wobei die Phasenverschiebung zwischen verketteten Spannungen der ausgangseitig der zweiten Stromversorgungsanordnung bereitgestellten n-phasigen Mehrphasenwechselspannung $360^\circ/n$ beträgt und wobei n eine natürliche Zahl größer oder gleich zwei ist,
- wobei die n Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnungen dadurch eine Kette bilden, dass unter den n Ausgängen n-2 Ausgänge sind, denen zwei Anschlüsse zugeordnet sind, die gleichzeitig auch je einem anderen der Ausgänge zugeordnet sind, und dass von den n Ausgängen zwei Ausgänge nur einen Anschluss aufweisen, der zugleich auch einem anderen Ausgang zugeordnet ist, während die anderen Anschlüsse dieser beiden Ausgänge nur einem Ausgang zugeordnet sind und diese Anschlüsse den Anfang und das Ende der Kette bilden,

wobei an jedem Ausgang der zweiten Stromversorgungsanordnung eine der verketteten Spannungen des n-Phasen-Wechselstromsystems anliegt.

[0002] In der nichtveröffentlichten europäischen Patentanmeldung mit der Nummer 11 174 546.9 der gleichen Anmelderin ist eine Vorrichtung mit den vorgenannten Merkmalen bekannt. Es ist in der Anmeldung allerdings nicht offenbart, dass die Vorrichtung zum induktiven Erwärmen genutzt werden kann. Stattdessen wird die in der früheren europäischen Patentanmeldung 11 174 546.9 offenbarte Vorrichtung zum Erwärmen von Siliciumstäben oder Siliciumdünnstäben verwendet, die an die Ausgänge angeschlossen werden können.

[0003] Aus den Dokumenten EP 2 100 851 A2 und EP 2 346 150 A1 sind ferner Vorrichtungen zum Erwärmen mit den Merkmalen der eingangs beschriebenen Vorrichtung bekannt, wobei für die in diesen Dokumenten beschriebenen Vorrichtungen n gleich zwei ist. Auch die in den EP 2 100 851 A2 und EP 2 346 150 A1 beschriebenen Vorrichtungen werden zum Erwärmen von Siliciumstäben oder Siliciumdünnstäben verwendet.

[0004] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, Siliciumcarbid zu erwärmen, um es zu verarbeiten. Siliciumcarbid ist bei Raumtemperatur nicht hinreichend leitend. Wird es dagegen erwärmt, nimmt die Leitfähigkeit zu, wie bereits im Jahr 1946 veröffentlichte Untersuchungen ergeben haben (siehe "Die elektrische Leitfähigkeit

des Siliziumkarbids" in Helvetica Physica Acta, Band 19, Seite 167, 1946). Bei Raumtemperatur kann ein Siliciumcarbidstab nicht hinreichend durch einen elektrischen Strom erwärmt werden, dessen Enden mit dem Ausgang einer Spannungsquelle verbunden werden. Auch ein Erwärmen durch elektromagnetische Induktion von Wirbelströmen in dem kalten Siliciumcarbidstab ist nicht möglich. Ein Siliciumcarbidstab muss daher von einer äußeren Wärme erwärmt werden, bevor er hinreichend leitend wird und je nach Reinheit bei Temperaturen von 400 bis 1200 °C die maximale Leitfähigkeit erreicht wird. Es ist bekannt, erwärmtes und elektrisch leitendes Siliciumcarbid mittels elektromagnetischer Induktion weiter zu erwärmen.

[0005] Neben Siliciumcarbid gibt es andere Werkstoffe die ein ähnliches Verhalten zeigen.

[0006] Bislang werden derartige Werkstoffe zunächst durch Konvektionsheizgeräte erwärmt. Die Erwärmung durch Konvektionsheizgeräte ist aber nicht sehr effektiv und dauert zudem sehr lange.

[0007] Hier setzt die vorliegende Erfindung an.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Erwärmen mittels elektromagnetischer Induktion vorzuschlagen, die auch zum Erwärmen von bei Raumtemperatur nicht elektrisch leitenden Werkstoffen geeignet und eingerichtet ist.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine Vorrichtung der eingangs genannten Art

- wenigstens n Induktoren aufweist,
- wobei die Induktoren bezüglich der ersten Stromversorgungsanordnung in Reihe geschaltet an den Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung angeschlossen sind und
- wobei wenigstens je ein Induktor an einen Ausgang der Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung angeschlossen ist.

[0010] Die erste Stromversorgungsanordnung dient dazu, die Induktoren durch einen Stromfluss zu erwärmen, so dass diese Strahlungswärme an einen in den Induktoren eingebrachten Werkstoff übertragen werden kann. Ist der Werkstoff hinreichend erwärmt und elektrisch leitend, können mittels der zweiten Stromversorgungsanordnung und den in den Induktoren erzeugten elektromagnetischen Wechselfeldern Wirbelströme in dem Werkstoff erzeugt werden, die den Werkstoff sehr effektiv weiter erwärmen.

[0011] Vorzugsweise ist n eine durch zwei teilbare Zahl. Dann können die Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung einander paarweise zugeordnet sein. An den Ausgängen eines Paares können verkettete Spannungen mit einer Phasenverschiebung von 180° anliegen. Die Ausgänge eines solchen Paares müssen keine gemeinsamen Anschlüsse aufweisen, können dies aber. Dadurch, dass an den Ausgängen der Paare um 180° phasenverschobene, also entgegengesetzte Span-

nungen anliegen, ist es möglich, dass über der gesamten Kette der Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung in der Summe keine von der zweiten Stromversorgungsanordnung bereitgestellte Spannung abfällt. Das hat den Vorteil, dass von der zweiten Stromversorgungsanordnung kein Strom in die erste Stromversorgungsanordnung getrieben werden kann, an deren Ausgang die in Reihe geschalteten Induktoren anliegen.

[0012] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die an die Ausgänge eines Paares angeschlossenen Induktoren einen entgegengesetzten Wicklungssinn haben. Dann ist es möglich, dass die trotz der entgegengesetzten Spannungen, die an den Ausgängen eines Paares anliegen, durch diese Spannungen gleichgerichtete elektromagnetische Felder in dem Werkstück erzeugt werden, die einander verstärken.

[0013] Die Induktoren können aus einem Draht gewickelt sein, dessen spezifischer Widerstand bei Raumtemperatur in Abhängigkeit von der Nennleistung, dem Nennstrom und/oder der Nennleistung der ersten Stromversorgungsanordnung gewählt werden kann. Der Draht kann einen negativen oder einen positiven Temperaturkoeffizienten haben. Ein negativer Temperaturkoeffizient hat den Vorteil, dass mit zunehmender Temperatur der Induktoren, deren Leitfähigkeit zunimmt. Das macht es möglich, dass bei einer ausreichenden Erwärmung höhere Ströme durch die Induktoren fließen können, die dann stärkere elektromagnetische Felder erzeugen, als es bei kalten Induktoren möglich ist. Der Effekt der im wesentlichen durch die erste Stromversorgungsanordnung betriebenen Widerstandsheizung lässt somit bei zunehmender Erwärmung nach, während der Effekt der von der zweiten Stromversorgungsanordnung betriebenen Induktionsheizung stärker wird.

[0014] Die erste Stromversorgungsanordnung stellt vorteilhaft eine Wechselspannung mit einer Frequenz von bis zu 100 Hz zur Verfügung. Die Frequenz der von der zweiten Stromversorgungsanordnung zur Verfügung gestellten Spannungen beträgt vorteilhaft 1 bis 100 kHz.

[0015] Die erste Stromversorgungsanordnung stellt vorteilhaft eine Wechselspannung mit bis zu 10 bis 1000 V zur Verfügung. Die Beträge der von der zweiten Stromversorgungsanordnung zur Verfügung gestellten Spannungen ist vorteilhaft 10 bis 1000 V.

[0016] Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann ein Steuermittel aufweisen, mit welchem die Spannung an dem Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung und/oder die Spannung an den Ausgängen der zweiten Stromversorgungsanordnung einstellbar ist. Das Steuermittel kann geeignet und eingerichtet sein, bei Beginn der Erwärmung eines in die Induktoren eingebrachten Werkstoffes eine Spannung an dem Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung einzustellen, die mit zunehmender Erwärmung und/oder elektrischer Leitfähigkeit des Werkstoffes reduziert wird. Das Steuermittel kann ferner geeignet und eingerichtet sein, bei Beginn der Erwärmung eines in die Induktoren eingebrachten Werkstoffes Spannungen an den Ausgängen der zwei-

ten Stromversorgungsanordnung einzustellen, die mit zunehmender Erwärmung und/oder elektrischer Leitfähigkeit des Werkstoffes erhöht wird.

[0017] Erfindungsgemäß kann die Vorrichtung einen Temperatursensor aufweisen, mit dem die Temperatur des zu erwärmenden Werkstücks erfassbar ist. Dieser Sensor kann mit dem Steuermittel verbunden sein. In Abhängigkeit von der Temperatur kann mittels des Steuermittels steuerbar sein, ob die Leistung der ersten Stromversorgungsanordnung größer ist als die Leistung der zweiten Stromversorgungsanordnung bzw. welche Leistung an welcher Stromversorgungsanordnung eingestellt wird.

[0018] Eine erfindungsgemäße Vorrichtung ist anhand der Zeichnung näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Erwärmen mittels elektromagnetischer Induktion.

[0019] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Erwärmen mittels elektromagnetischer Induktion weist eine der ersten Stromversorgungsanordnung 1 mit einem Ausgang auf, der zwei Anschlüsse 11, 12 hat. Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist ferner eine zweite Stromversorgungsanordnung 2 auf.

[0020] Die zweite Stromversorgungsanordnung 2 weist zwei Ausgänge auf, die durch je zwei Anschlüsse 21, 22, 23 gebildet werden. Ein erster der beiden Ausgänge wird durch die Anschlüsse 21, 22 gebildet und ein zweiter der Ausgänge wird durch die Anschlüsse 22, 23 gebildet. Der Anschluss 22 wird also sowohl von dem ersten Ausgang als auch von dem zweiten Ausgang genutzt, während die Anschlüsse 21, 23 nur von je einem der beiden Ausgänge genutzt werden.

[0021] Die beiden Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 bilden eine Kette von Ausgängen, die mit dem Anschluss 21 beginnt und mit dem Anschluss 23 endet.

[0022] An jeden Ausgang der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 ist ein Induktor 31, 32 angeschlossen. Der Induktor 31 ist an die Anschlüsse 21 und 22 angeschlossen. Der Induktor 32 ist an die Anschlüsse 22 und 23 angeschlossen. Die Induktoren 31, 32 sind ebenfalls an den Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung 1 angeschlossen. Aus Sicht der ersten Stromversorgungsanordnung 1 bilden die beiden Induktoren 31, 32 eine Reihenschaltung, die mit den Anschlüssen 11, 12 der ersten Stromversorgungsanordnung verbunden ist.

[0023] Die erste Stromversorgungsanordnung 1 dient einer Versorgung der Induktoren 31, 32 mit einer niederfrequenten Spannung. Die zweite Stromversorgungsanordnung 2 versorgt dagegen die Induktoren 31, 32 mit einer im Vergleich dazu hochfrequenten Spannung.

[0024] An den Ausgängen der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 liegen um 180° phasenverschobene Spannungen gleicher Höhe und gleicher Frequenz an.

Das hat zur Folge, dass zwischen den Anschlüssen 21 und 23 keine Spannung abfällt. Die Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 bilden ein 2-Phasen-Wechselstromsystem mit zwei Außenleitern, wobei ein Außenleiter mit den Anschlüssen 21, 23 und der andere Außenleiter mit dem Anschluss 22 verbunden ist. Die verkettete Spannungen des 2-Phasen-Wechselstromsystems liegen an den Ausgängen an. Als verkettete Spannungen werden die Spannungen zwischen den Außenleitern des 2-Phasen-Wechselstromsystems bezeichnet.

[0025] Dadurch dass die Anschlüsse 21, 23 der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 auf gleichem Potenzial liegen, kann die zweite Stromversorgungsanordnung 2 keinen Strom in die erste Stromversorgungsanordnung 1 einspeisen. Die erste Stromversorgungsanordnung 1 ist dadurch von der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 entkoppelt.

[0026] Um auch die zweite Stromversorgungsanordnung 2 von der ersten Stromversorgungsanordnung 1 zu entkoppeln, können Hochpassfilter, zum Beispiel Kondensatoren, in die zu den Anschlüssen 21, 22 und/oder 23 führenden Außenleiter eingesetzt sein.

[0027] Es ist möglich, dass die zweite Stromversorgungsanordnung drei Ausgänge aufweist. Die Stromversorgungsanordnung hätte dann einen weiteren Anschluss, der anstelle beispielsweise des Anschlusses 23 das Ende der Kette der Ausgänge bildete. Der Anschluss 23 würde dann nicht nur von dem zweiten Ausgang sondern auch von dem dritten Ausgang genutzt werden. Diese zweite Stromversorgungsanordnung würde dann ausgangseitig ein Dreiphasenwechselstromsystem mit drei um 120° gegeneinander verschobenen Phasen zur Verfügung stellen.

[0028] Ebenso ist es möglich, dass die zweite Stromversorgungsanordnung vier Ausgänge aufweist. Es wären dann gegenüber der dargestellten zweiten Stromversorgungsanordnung noch zwei weitere Anschlüsse vorgesehen, von denen einer anstelle des Anschlusses 23 das Ende der Kette der Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung bildet. Der Anschluss 23 und der andere weiterer Anschluss wären dem dritten Ausgang zugeordnet. Der andere weiterer Anschluss wäre zusätzlich noch dem vierten Ausgang zugeordnet. Die zweite Stromversorgungsanordnung würde dann vorteilhaft ausgangseitig ein 4-Phasen-Wechselstromsystem zur Verfügung stellen, dass vier um 90° gegeneinander verschobene Phasen hat.

[0029] Für die Erfindung ist es im Grunde genommen ohne Belang, wie die zweite Stromversorgungsanordnung 2 aufgebaut ist, um an den Anschlüssen 21, 22, 23 verkettete Spannungen zur Verfügung zu stellen, die um 180° gegeneinander phasenverschoben sind. Ein einfaches Beispiel zum Erzeugen solcher Spannungen ist mithilfe der in der Figur 1 dargestellten zweiten Stromversorgungsanordnung 2 möglich. Diese dort dargestellte zweite Stromversorgungsanordnung 2 weist einen Frequenzwandler 25, 26 auf, der durch einen Gleichrichter 26 und einen dem Gleichrichter nachgeschalteten Wechselrichter 25 gebildet wird. An den Ausgang des Frequenzwandlers 25, 26 ist ein Transformator 24 mit einer Primärwicklung und einer Sekundärwicklung angeschlossen, wobei die Sekundärwicklung eine Mittelanzapfung hat, die mit dem Anschluss 22 der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 verbunden ist. Äußere Anzapfungen der Sekundärwicklung sind mit den Anschlüssen 21, 23 verbunden. Die Abschnitte der Sekundärwicklung zwischen dem Anschluss 21 und 22 einerseits und den Anschlüssen 22 und 23 andererseits haben unterschiedliche Wicklungssinne. Bei gleicher Wicklungszahl kommt es daher bei gleicher magnetischer Durchflutung der Abschnitte der Sekundärwicklung zu entgegengesetzten Spannungen an den Ausgängen der zweiten Stromversorgungsanordnung 2.

[0030] Weist die zweite Stromversorgungsanordnung 2 vier Ausgänge auf, kann sie zwei Frequenzwandler 25, 26 und zwei Transformatoren 24 aufweisen. Ferner ist es möglich, dass die zweite Stromversorgungsanordnung einen Direktumrichter aufweist, der einen Mehrphasenwechselstrom zur Verfügung stellt.

[0031] Ferner ist es von Vorteil, wenn die Induktoren einen unterschiedlichen Wicklungssinn haben. Der unterschiedliche Wicklungssinn der Induktoren 31, 32 führt bei entgegengesetzten Spannungen dazu, dass die von den Induktoren 31, 32 erzeugten elektromagnetischen Felder gleichgerichtet sind und sich einander verstärken. Ein Werkstück (nicht dargestellt), welches in die Induktoren eintaucht, wird dadurch einem besonders starken elektromagnetischen Feld ausgesetzt, wenn die Induktoren 31, 32 von der zweiten Stromversorgungsanordnung 2 versorgt werden.

[0032] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Steuerung 4 auf, welche die erste Stromversorgungsanordnung 1 und die zweite Stromversorgungsanordnung 2 steuert.

[0032] Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist eine Steuerung 4 auf, welche die erste Stromversorgungsanordnung 1 und die zweite Stromversorgungsanordnung 2 steuert.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erwärmen mittels elektromagnetischer Induktion, insbesondere Induktionsheizung oder Induktionsofen zum Beispiel zum Erwärmen von Siliciumcarbid,

- mit einer ersten Stromversorgungsanordnung (1) mit einem Ausgang mit zwei Anschlüssen (11, 12),

- mit einer zweiten Stromversorgungsanordnung (2) zum Bereitstellen von n-phasiger Mehrphasenwechselspannung an n Ausgängen mit je zwei Anschlüssen (21, 22, 23), wobei die Phasenverschiebung zwischen verketteten Spannungen (U12, U21) der ausgangseitig der zweiten Stromversorgungsanordnung bereitgestellten n-phasigen Mehrphasenwechselspannung $360^\circ/n$ beträgt und wobei n eine natürliche

- Zahl größer oder gleich zwei ist,
 - wobei die n Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung (2) dadurch eine Kette bilden, dass unter den n Ausgängen n-2 Ausgänge sind, denen zwei Anschlüsse zugeordnet sind, die gleichzeitig auch je einem anderen der Ausgänge zugeordnet sind, und dass von den n Ausgängen zwei Ausgänge nur einen Anschluss (22) aufweisen, der zugleich auch einem anderen Ausgang zugeordnet ist, während die anderen Anschlüsse (21, 23) dieser beiden Ausgänge nur einem Ausgang zugeordnet sind und diese Anschlüsse (21, 23) den Anfang und das Ende der Kette bilden,
 - wobei an jedem Ausgang der zweiten Stromversorgungsanordnung (2) eine der verketteten Spannungen (U12, U21) des n-Phasen-Wechselstromsystems anliegt,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Vorrichtung
 - wenigstens n Induktoren (31, 32) aufweist,
 - wobei die Induktoren (31, 32) bezüglich der ersten Stromversorgungsanordnung (1) in Reihe geschaltet an den Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung angeschlossen sind und
 - wobei wenigstens je ein Induktor (31, 32) an einen Ausgang der Ausgänge der zweiten Stromversorgungsanordnung angeschlossen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** n eine durch zwei teilbare Zahl ist, dass die Ausgängen der zweiten Stromversorgungsanordnung (2) einander paarweise zugeordnet sind und an den Ausgängen eines Paares verkettete Spannungen (U12, U21) mit einer Phasenverschiebung von 180° anliegen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die an die Ausgänge eines Paares von Ausgängen angeschlossenen Induktoren (31, 32) einen entgegengesetzten Wicklungssinn haben.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Draht einen negativen Temperaturkoeffizienten hat.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung ein Steuermittel (4) aufweist, mit welchem die Spannung (U1) an dem Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung (1) und/oder die Spannungen (U12, U21) an den Ausgängen der zweiten Stromversorgungsanordnung (2) einstellbar ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuermittel (4) geeignet und
- eingerrichtet ist bei Beginn der Erwärmung eines in die Induktoren (31, 32) eingebrachten Werkstoffes die Spannung (U1) an dem Ausgang der ersten Stromversorgungsanordnung (1) einzustellen, die mit zunehmender Erwärmung und/oder elektrischer Leitfähigkeit des Werkstoffes reduziert wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Steuermittel (4) geeignet und eingerrichtet ist, bei Beginn der Erwärmung eines in die Induktoren (31, 32) eingebrachten Werkstoffes die Spannungen (U12, U21) an den Ausgängen der zweiten Stromversorgungsanordnung (2) einzustellen, die mit zunehmender Erwärmung und/oder elektrischer Leitfähigkeit des Werkstoffes erhöht wird.
8. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

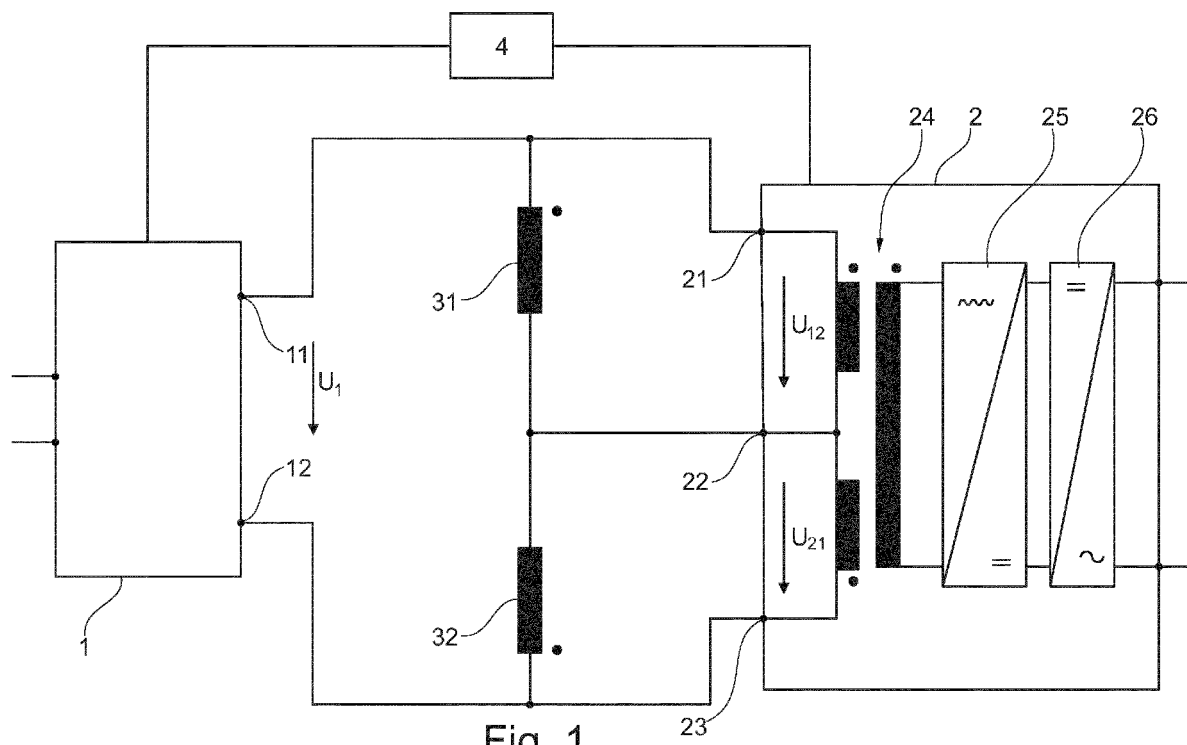


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 18 2061

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 361 780 A1 (ELKA [FR]; AGTECH [FR]) 12. November 2003 (2003-11-12) * Absatz [0033] - Absatz [0035]; Abbildung 7 *	1-8	INV. H05B6/10 H05B6/06
A,D	EP 2 346 150 A1 (AEG POWER SOLUTIONS BV [NL]) 20. Juli 2011 (2011-07-20) * Absatz [0032] - Absatz [0041]; Abbildungen 1a,1b,2 *	1-8	
A,D	EP 2 100 851 A2 (AEG POWER SOLUTIONS BV [NL]) 16. September 2009 (2009-09-16) * Absatz [0027] - Absatz [0037]; Abbildungen 1-3 *	1-8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Januar 2013	Prüfer Gea Haupt, Martin
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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	

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 18 2061

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.

22-01-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1361780	A1	12-11-2003	AT	316749 T	15-02-2006
			DE	60303350 T2	07-09-2006
			EP	1361780 A1	12-11-2003
			ES	2257649 T3	01-08-2006
			FR	2839605 A1	14-11-2003

EP 2346150	A1	20-07-2011	CA	2727970 A1	14-07-2011
			CN	102130602 A	20-07-2011
			EP	2346150 A1	20-07-2011
			JP	2011172470 A	01-09-2011
			KR	20110083550 A	20-07-2011
			RU	2011101368 A	20-07-2012
			TW	201141037 A	16-11-2011
			US	2011169332 A1	14-07-2011

EP 2100851	A2	16-09-2009	KEINE		

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

- EP 11174546 A [0002]
- EP 2100851 A2 [0003]
- EP 2346150 A1 [0003]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Die elektrische Leitfähigkeit des Siliziumkarbids. *Helvetica Physica Acta*, 1946, vol. 19, 167 [0004]