

(19)



(11)

EP 2 568 483 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

13.03.2013 Patentblatt 2013/11

(51) Int Cl.:

H01F 21/08 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **12006274.0**(22) Anmeldetag: **06.09.2012**

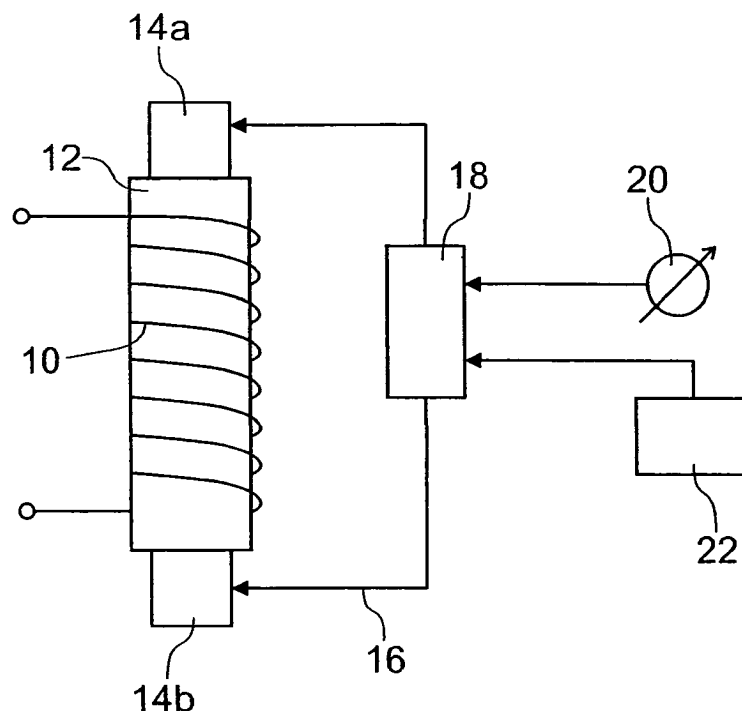
(84) Benannte Vertragsstaaten:

**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

(30) Priorität: **09.09.2011 DE 102011113177**(71) Anmelder: **Diehl AKO Stiftung & Co. KG
88239 Wangen (DE)**(72) Erfinder: **Bertelsmann, Götz-Martin
88239 Wangen (DE)**(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)**(54) **Veränderbare Induktivität**

(57) Eine veränderbare Induktivität weist wenigstens einen Kern (12) aus einem magnetischen Material und wenigstens eine Wicklung (10), welche den wenigstens einen Kern (12) zumindest teilweise umgibt, auf. Um eine Veränderung des Induktivitätswerts der Induktivität zu er-

möglichen, ist außerdem wenigstens ein Stellelement (14a, 14b) vorgesehen, welches einen veränderbaren Druck auf den wenigstens einen Kern (12) ausübt, um die Permeabilität des wenigstens einen Kerns einzustellen.

**Fig. 1****EP 2 568 483 A1**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine veränderbare Induktivität.

[0002] In einigen Anwendungen sind veränderbare Induktivitäten wünschenswert, deren Charakteristika einstellbar sind und so an die aktuellen Bedürfnisse angepasst werden können. Ein Beispiel einer solchen Anwendung ist ein Solarwechselrichter.

[0003] Bekannte Ansätze zur Veränderung des Induktivitätswerts einer Induktivität beinhalten das Umschalten der Wicklungszahl oder die mechanische Veränderung der Eintauchtiefe des Kerns in die Wicklung (vgl. z.B. DE 730 801 B). Beide Varianten beinhalten eine mechanische Veränderung der Anordnung, die einem Verschleiß unterliegt. Zudem ist ein mechanisches Verstellen nicht besonders schnell und präzise. Ferner sind auch magnetisch beeinflussbare Induktivitäten bekannt (vgl. z.B. DE 31 22 115 A1 und DE 31 22 949 A1).

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Induktivität mit einem veränderbaren Induktivitätswert zu schaffen.

[0005] Diese Aufgabe wird gelöst durch eine veränderbare Induktivität mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die veränderbare Induktivität gemäß der vorliegenden Erfindung hat wenigstens einen Kern aus einem magnetischen Material; wenigstens eine Wicklung, welche den wenigstens einen Kern zumindest teilweise umgibt; und wenigstens ein Stellelement, welches einen veränderbaren Druck auf den wenigstens einen Kern ausübt, um die Permeabilität des wenigstens einen Kerns einzustellen.

[0007] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass viele magnetische Materialien, insbesondere hochpermeable Materialien, sehr druckempfindlich sind. Gegenüber der materialspezifischen Anfangspermeabilität kann die Permeabilität solcher Materialien bei Einwirken eines (mechanischen) Drucks um bis zu mehrere Größenordnungen sinken. Die vorliegende Erfindung macht sich dieses Verhalten zunutze. So wird auf den Kern der Induktivität mit Hilfe eines geeigneten Stellelements ein veränderbarer Druck ausgeübt, wodurch sich die Permeabilität des Kernmaterials verändert. Als Folge dieser Permeabilitätsänderung verändert sich der Induktionswert der Induktivität in Abhängigkeit von dem unterschiedlich starken Druck durch das Stellelement. Der Induktivitätswert der Induktivität kann somit auf einfache Weise variabel eingestellt werden.

[0008] Die veränderbare Induktivität der Erfindung zeichnet sich insbesondere durch einen einfachen Aufbau, eine zuverlässig steuerbare Veränderung ihres Induktivitätswerts, eine schnell reagierende Veränderung ihres Induktivitätswerts und eine verschleißarme Konstruktion aus.

[0009] Für den wenigstens einen Kern können grundsätzlich alle Materialien eingesetzt werden, die üblicher-

weise für den Aufbau von Induktivitäten verwendet werden. Vorzugsweise werden für den wenigstens einen Kern hochpermeable Materialien verwendet. Bevorzugte Beispiele solcher hochpermeablen Materialien sind ferromagnetische Materialien wie Ferrite, Mu-Metalle (Nickel-Eisen-Legierungen), amorphe Metall (z.B. kobaltbasierte Metglas®-Legierung) und dergleichen.

[0010] Der wenigstens eine Kern umfasst einen einteiligen Kern, einen mehrteiligen Kern und mehrere (ein- oder mehrteilige) Kerne, die alle zumindest teilweise innerhalb einer Wicklung angeordnet sind. Der wenigstens eine Kern ist dabei relativ zur wenigstens einen Wicklung bevorzugt ortsfest angeordnet bzw. fixiert. Ebenso umfasst die wenigstens eine Wicklung eine, zwei oder mehr Wicklungen, welche gemeinsam den wenigstens einen Kern zumindest teilweise umgeben. Im Fall mehrerer (d.h. wenigstens zwei) Wicklungen bzw. Wicklungsabschnitte können diese optional einzeln zu- und abschaltbar sein.

[0011] Bei dem Druck, der von dem Stellelement auf das Kernmaterial ausgeübt wird, handelt es sich bevorzugt um einen mechanischen Druck. Der Druck kann hydrostatisch oder unidirektional auf den Kern einwirken. Der Druck kann von dem Stellelement direkt oder indirekt auf den Kern ausgeübt werden. Im Fall mehrerer (d.h. wenigstens zwei) Kerne oder Kernabschnitte kann der Druck auf nur einen, auf mehrere oder auf alle davon ausgeübt werden.

[0012] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das wenigstens eine Stellelement in seiner Position und/oder seiner Größe veränderbar, um einen veränderbaren Druck auf den wenigstens einen Kern auszuüben.

[0013] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das wenigstens eine Stellelement elektrisch ansteuerbar. Die Steuerung oder Regelung der veränderbaren Induktivität erfolgt somit vorzugsweise durch ein elektrisches Signal an das Stellelement (z.B. an das Stellelement angelegte Spannung, etc.), um die Permeabilität des Kernmaterials zu beeinflussen. Die Veränderung des Induktivitätswerts der Induktivität kann somit rein elektrisch und ohne zusätzliche mechanische bzw. bewegliche Komponenten erfolgen.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung weist das wenigstens eine Stellelement ein piezoelektrisches Element auf. An dem piezoelektrischen Element liegt vorzugsweise eine variable Spannung an, durch welche das Element eine geringfügige Längenänderung erfährt, welche einen unterschiedlich starken Druck auf den Kern bewirkt.

[0015] In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist das wenigstens eine Stellelement in einen Regel- oder Steuerkreis integriert, der den Induktivitätswert der veränderbaren Induktivität direkt oder indirekt erfasst (z.B. Stromfluss durch Wicklung, elektrischer Widerstand der Wicklung, etc.). Der Induktivitätswert der Induktivität kann so auch bei kostengünstigen Kernmaterialien, welche großen Schwankungen ihrer Ei-

genschaften wie der Permeabilität unterliegen, korrekt angepasst werden. Außerdem können so vorzugsweise Schwankungen von Umgebungsbedingungen wie zum Beispiel der Temperatur, die sich ebenfalls in einer Änderung des Induktivitätswerts niederschlagen können, ausgeregelt werden.

[0016] Die veränderbare Induktivität der Erfindung kann vorzugsweise eine Drossel bzw. Teil einer Drossel oder ein Transformator bzw. Teil eines solchen (wenigstens eine Wicklung von Primär- oder Sekundärseite) sein. Darüber hinaus ist mit der veränderbaren Induktivität der Erfindung auch eine teilweise Umlenkung des magnetischen Kreises zwischen mehreren Pfaden möglich, was zum Beispiel beim Einsatz in Motoren von Vorteil sein kann.

[0017] In einem Solarwechselrichter kann die veränderbare Induktivität zur Optimierung der Brückenansteuerung benutzt werden. Hierdurch kann zum Beispiel die Frequenz leichter dem Momentanstrom oder der aktuellen Teillast angepasst werden. Auf diese Weise können die Halbleiter im Solarwechselrichter besser ausgenutzt werden und/oder die Induktivität kann kleiner konzipiert werden, wodurch die Kosten für die Herstellung und/oder der Wirkungsgrad des Solarwechselrichters verbessert werden können.

[0018] Obige sowie weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten, nicht-einschränkender Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung besser verständlich. Darin zeigt die einzige Figur 1 ein Prinzipschaltbild des Grundaufbaus einer veränderbaren Induktivität gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0019] In dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 umgibt eine Wicklung 10 einen Kern 12 aus einem hochpermeablen Material wie beispielsweise einem Ferrit. Die Wicklung 10 ist zum Beispiel eine einfache Drossel bzw. Spule. An den Enden des Kerns 12, welche aus der Wicklung 10 heraus ragen, ist jeweils ein Stellelement 14a bzw. 14b mit einem piezoelektrischen Element vorgesehen, welches mit dem Kernmaterial 12 in Kontakt steht.

[0020] Die Stellelemente 14a, 14b sind in einen Regelkreis 16 integriert, der zudem eine Steuervorrichtung 18 und eine Messvorrichtung 20 aufweist. Die Steuervorrichtung 18 steuert die beiden Stellelemente 14a, 14b an; die Messvorrichtung 20 erfasst den aktuellen Induktivitätswert der aus Wicklung 10 und Kern 12 gebildeten Induktivität zum Beispiel durch Messung des elektrischen Stroms durch die Wicklung 10.

[0021] Der Induktivitätswert der Induktivität 10-12 kann in folgender Weise eingestellt /verändert / angepasst werden.

[0022] Die Messvorrichtung 20 erfasst in direkter oder indirekter Weise den aktuellen Induktivitätswert der Induktivität 10-12 und gibt den Messwert bzw. ein diesem entsprechendes Messsignal an die Steuervorrichtung 18 weiter. Die Steuervorrichtung 18 wertet den Messwert / das Messsignal von der Messvorrichtung 20 aus und vergleicht ihn / es mit einem Sollwert, der von einer überge-

ordneten Steuerung 22 zur Verfügung gestellt wird. Die Steuervorrichtung 18 kann wahlweise in diese übergeordnete Steuerung 22 integriert sein.

[0023] In Abhängigkeit von dieser Auswertung des Messwerts / Messsignals steuert die Steuervorrichtung 18 die beiden Stellelemente 14a, 14b elektrisch an, indem sie zum Beispiel eine entsprechende elektrische Spannung an deren piezoelektrische Elemente anlegt. Aufgrund der angelegten Spannung erfahren diese piezoelektrischen Elemente der Stellelemente 14a, 14b eine Längenausdehnung oder -schrumpfung (allgemein Längenänderung). Diese variablen Längen der piezoelektrischen Elemente der Stellelemente 14a, 14b erzeugen unterschiedlich starke Drücke auf das Kernmaterial 12, das ortsfest angeordnet ist und mit den piezoelektrischen Elementen direkt oder indirekt in Kontakt steht.

[0024] Da das hochpermeable Kernmaterial 12 sehr druckempfindlich ist und seine Permeabilität bei höheren Drücken stark abnimmt, kann auf diese Weise die Permeabilität des Kerns 12 verändert bzw. eingestellt werden. Die veränderte Permeabilität bewirkt wiederum eine Veränderung des Induktivitätswerts, welche durch die Messvorrichtung 20 erfasst wird.

[0025] Mit diesem Regelkreis 16-20, der eine dynamische Veränderung der Induktivitätswerte ermöglicht, sind somit auf einfache Weise variable Induktivitäten bzw. Induktivitätsverläufe realisierbar.

30 Patentansprüche

1. Veränderbare Induktivität, mit wenigstens einem Kern (12) aus einem magnetischen Material und wenigstens einer Wicklung (10), welche den wenigstens einen Kern (12) zumindest teilweise umgibt, **gekennzeichnet durch** wenigstens ein Stellelement (14a, 14b), welches einen veränderbaren Druck auf den wenigstens einen Kern (12) ausübt, um die Permeabilität des wenigstens einen Kerns einzustellen.
2. Veränderbare Induktivität nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Stellelement (14a, 14b) in seiner Position und/oder seiner Größe veränderbar ist, um einen veränderbaren Druck auf den wenigstens einen Kern (12) auszuüben.
3. Veränderbare Induktivität nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Stellelement (14a, 14b) elektrisch ansteuerbar ist.
4. Veränderbare Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das wenigstens eine Stellelement (14a, 14b) ein piezoelektrisches Element aufweist.

5. Veränderbare Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der wenigstens eine Kern (12) aus einem hochpermeablen Material gebildet ist. 5
6. Veränderbare Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das wenigstens eine Stullelement (14a, 14b) in einen Regel- oder Steuerkreis (16) integriert ist, der den Induktivitätswert der veränderbaren Induktivität direkt oder indirekt erfasst. 10
7. Veränderbare Induktivität nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie eine Drossel bzw. Teil einer Drossel ist. 15
8. Veränderbare Induktivität nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
sie eine Primär- oder Sekundärseite eines Transformators bzw. Teil einer solchen ist. 20

25

30

35

40

45

50

55

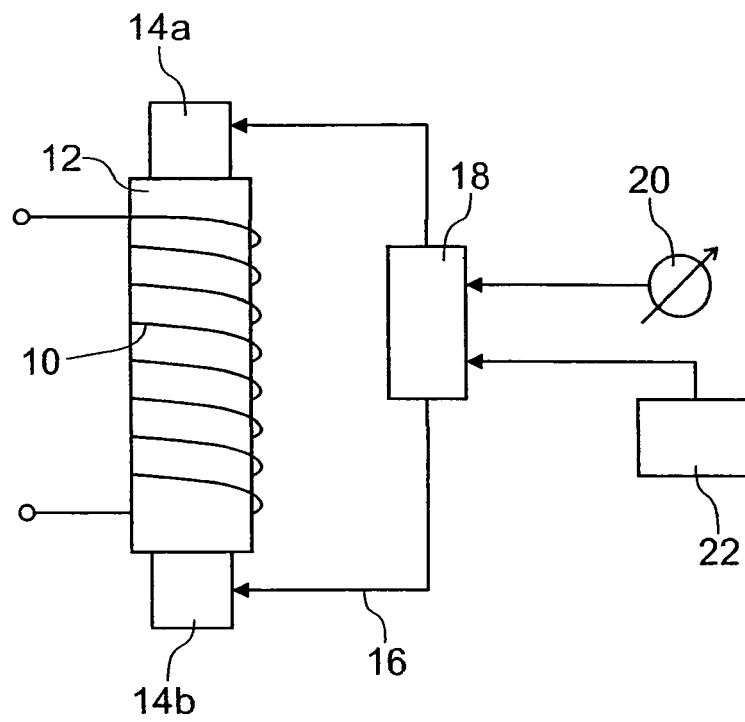


Fig. 1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 00 6274

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2008/068759 A1 (ORLANDO BASTIEN [FR] ET AL) 20. März 2008 (2008-03-20) * Zusammenfassung * * Seite 1, Absatz 8-12 * * Seite 2, Absatz 19 - Seite 3, Absatz 46 * * Seite 4, Absätze 56-58,63-65 * * Seite 5, Absätze 72,77 - Seite 6, Absatz 88 * * Abbildungen 1-3,7-9,14-23 *	1-8	INV. H01F21/08
X	DE 10 2007 024908 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4. Dezember 2008 (2008-12-04) * Zusammenfassung * * Seite 2, Absatz 7 - Seite 3, Absatz 19 * * Seite 4, Absatz 23 - Seite 6, Absatz 36 * * Abbildungen 1-4 *	1-7	
X	DE 195 35 164 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 27. März 1997 (1997-03-27) * Zusammenfassung * * Spalte 1, Zeile 5 - Spalte 2, Zeile 38 * * Abbildungen 1,2 *	1,2,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F H01L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 19. Dezember 2012	Prüfer Kardinal, Ingrid
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			

 1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 00 6274

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

19-12-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2008068759 A1	20-03-2008	EP 1901317 A1	19-03-2008
		FR 2905793 A1	14-03-2008
		JP 5058732 B2	24-10-2012
		JP 2008072120 A	27-03-2008
		US 2008068759 A1	20-03-2008

DE 102007024908 A1	04-12-2008	DE 102007024908 A1	04-12-2008
		WO 2008145478 A2	04-12-2008

DE 19535164 A1	27-03-1997	DE 19535164 A1	27-03-1997
		EP 0764838 A1	26-03-1997

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 730801 B [0003]
- DE 3122115 A1 [0003]
- DE 3122949 A1 [0003]