

(19)



(11)

EP 3 021 332 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.05.2016 Patentblatt 2016/20

(51) Int Cl.:
H01F 3/14 (2006.01)
H01F 30/12 (2006.01)
H01F 27/26 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15169708.3**

(22) Anmeldetag: **28.05.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(71) Anmelder: **Michael Riedel Transformatorenbau GmbH**
74532 Ilshofen-Eckartshausen (DE)

(72) Erfinder: **BRUST, Martin**
74532 Ilshofen (DE)

(74) Vertreter: **Weickmann & Weickmann PartmbB**
Postfach 860 820
81635 München (DE)

(30) Priorität: **04.06.2014 DE 102014107829**

(54) INDUKTIVITÄT SOWIE HERSTELLUNGSVERFAHREN HIERFÜR

(57) Um die Funktion einer elektrischen Induktivität zu verbessern, werden die Teile des Eisenkerns (24) lediglich formschlüssig in der Spuleneinheit (31) gehalten durch entsprechenden Aufbau der Induktivität.

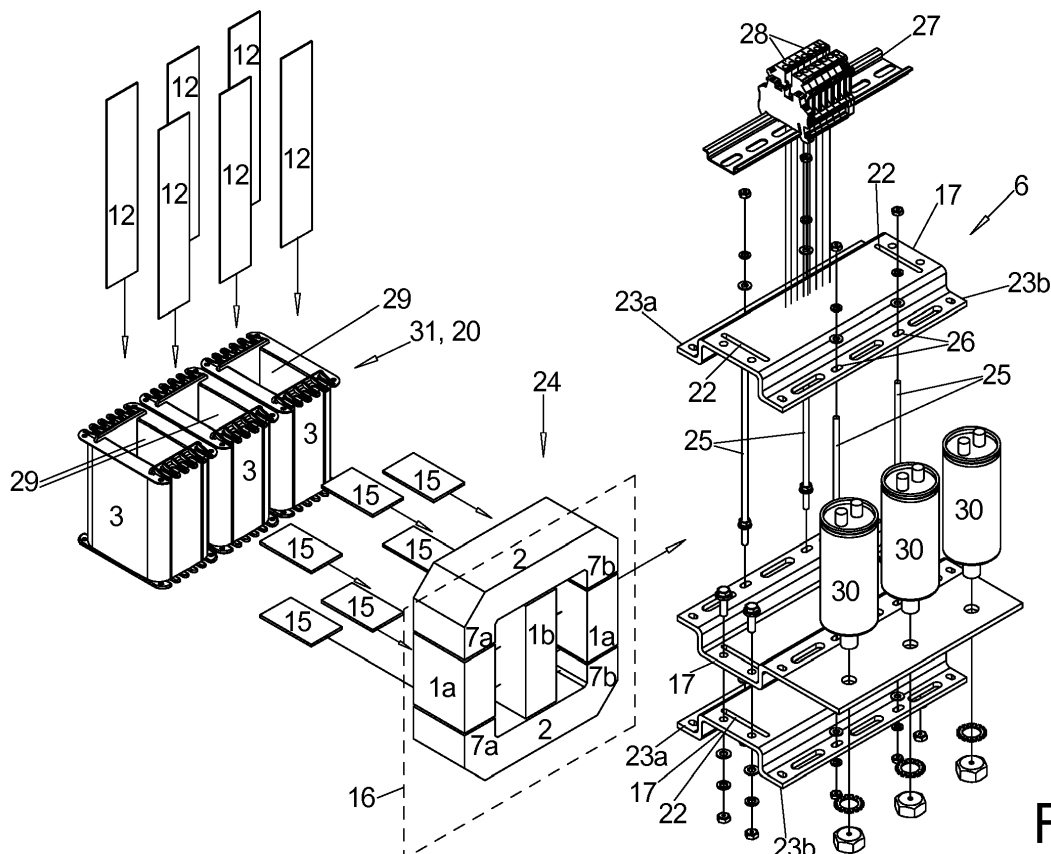


Fig. 1

EP 3 021 332 A1

Beschreibung

I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von "Induktivitäten mit Eisenkern", worunter generell elektrische Transformatoren, elektrische Drosseln, elektrische Filter, Elektromagnete usw. fallen, im folgenden kurz "Induktivität" genannt, sowie eine nach diesem Verfahren hergestellte Induktivität.

[0002] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung stehen Induktivitäten für die Verwendung als elektrische Drosseln (Netz- und Kommutierungsdrosseln, Filterkreisdrosseln, Motordrosseln usw.) und elektrische Filter für den Einsatz an Frequenzumrichtern (Sinusfilter und du/dt- Filter usw.) im Vordergrund.

II. Technischer Hintergrund

[0003] Elektrische Induktivitäten sind in sehr vielen elektrischen und elektronischen Geräten enthalten, und ihr Hauptzweck besteht im Umwandeln oder Trennen eines oder mehrerer, insbesondere unterschiedlicher, Spannungspotenziale, in der Strombegrenzung, der Reduzierung von Spannungsanstiegsflanken, der Kompensation von Oberwellenanteilen oder in der Bildung eines Magnetfeldes.

[0004] Zu diesem Zweck enthalten elektrische Induktivitäten eine oder mehrere elektrische Spulen.

[0005] Deren Wicklungen können auf einem Spulenkörper, der in der Regel aus einem elektrisch nicht leitendem Material, meist Kunststoff, besteht, aufgewickelt sein oder als so genannte Luftspulen vorliegen, die keinen Spulenkörper als Wicklungskern besitzen.

[0006] Um das Prinzip der Induktivität mit Eisenkern als Einheit in Funktion zu bringen, wird die wenigstens eine Spule mit dem Eisenkern konstruktiv verbunden. Hierbei wird die wenigstens eine Spule so über dem Eisenkern platziert, dass aufgrund der angelegten Spulenspannung und der dabei auftretenden Induktion ein magnetischer Fluss im Eisenkern erzeugt wird.

[0007] Bei Transformatoren und ebenso bei Drosseln und Filtern werden häufig die beiden Spulen in Form der Wicklungen von einem gemeinsamen, geschlossen umlaufenden Eisenkern durchdrungen, was das Betriebsverhalten und die Effizienz der Induktivität verbessert.

[0008] Um Wirbelströme zu vermeiden, wird dieser in der Regel aus einem Stapel von übereinandergelegten einzelnen, gewalzten Blechen, sogenannten Dynamo-Blechen oder Trafo-Blechen, hergestellt, wobei die einzelnen Bleche elektrisch gegeneinander isoliert sein müssen. Zu diesem Zweck sind die einzelnen Bleche an den gewalzten Flächen in der Regel mit einem elektrisch isolierenden Isolierlack beschichtet oder besitzen hier eine elektrisch isolierende Oxidationsschicht.

[0009] Um die Bleche dauerhaft als Eisenkern (nachfolgend auch als Blechpaket bezeichnet) zusammenzuhalten, werden diese bisher häufig miteinander durch

Durchgangslöcher in den Blechen isoliert mit Schrauben verschraubt, mittels Druckstücken verspannt oder am Rand verschweißt.

[0010] Dabei werden auch die in der Regel benötigten Befestigungswinkel oder andere Anbauteile an der Induktivität, mit dem Blechpaket, verschraubt, verschweißt oder verspannt.

Das Blechpaket kann die Spule teilweise oder voll umlaufend umschließen, wobei die Bleche aus unterschiedlichen Formaten und Größen zusammengefügt den Eisenkern der Induktivität bilden. So können unter anderem genormte Bleche so genannte E-, UI- oder M-Zuschnitte zu einem Blechpaket zusammengeführt werden.

[0011] Um auf die benötigte Dicke des Blechpakets zu gelangen, werden in der Regel zwei oder mehrere Bleche pro Lage und insbesondere von Lage zu Lage um 180° gedreht aufgeschichtet, was einen sehr hohen und meist nur manuell zu bewältigenden Arbeitsaufwand darstellt.

[0012] Dabei besteht ja die in der Aufsicht auf die Blechebene sichtbare Kontur jeder Lage bei einem umlaufend geschlossenen Eisenkern nicht aus einem einzelnen Blech, sondern diese ist wegen der Montierbarkeit aus mindestens zwei Blechen zusammengesetzt.

[0013] Bei der Schweißmethode wird das Blechpaket einseitig (ohne Wechsel der Blechrichtung) zu einem Block zusammengefügt und anschließend an den Außenseiten der Stoßkanten der Bleche als Block miteinander verschweißt. Der entstehende magnetische Kurzschluss am Rand des Magnetfeldes wird hierbei aus wirtschaftlichen Gründen in Kauf genommen.

[0014] Trotz des grundsätzlich gleichen Aufbaus von Transformatoren einerseits und Drosseln oder Filtern andererseits, sollen diese im Betrieb unterschiedliche Eigenschaften besitzen, was im Detail auch unterschiedliche konstruktive Details erfordert, wenn man die jeweils gewünschte im Vordergrund stehende Funktion optimieren will:

So steht bei Transformatoren beispielsweise die Effizienz, also die Verringerung der Verlustleistung, im Vordergrund:

Zu diesem Zweck wird versucht, den magnetischen Widerstand des Eisenkerns möglichst zu minimieren. Bei den meist umlaufend geschlossenen Eisenkernen, die aus Montagegründen nicht aus einzelnen, ringförmig geschlossenen Blechen zusammengesetzt werden können, bedeutet dies, dass die an der Kontaktstelle zwischen aneinander grenzenden Blechen des Blechpaketes auftretende magnetische Widerstand möglichst gering gehalten werden soll, was durch Maßnahmen wie Minimierung des Luftspaltes dazwischen oder gar Anfüllen mit magnetischem Material in der Fuge versucht wird.

[0015] Bei Drosseln und Filtern dagegen, die ja ein

passives Dämpfungsglied beispielsweise zum Ausfiltern der harmonischen Oberwellen darstellen, wird ein definierter Luftspalt gerade benötigt, da dieser gerade die gewünschte Dämpfung bewirkt. Das im Einzelfall gewünschte Dämpfungsverhalten wird dabei durch Größe und Anordnung der Luftspalte im Eisenkern, also in oder zwischen den Blechpaketen, bestimmt.

[0016] Ein weiterer Punkt der bei Drosseln und Filtern im Vordergrund steht, ist häufig die Reduzierung der Geräuschemission an frequenzgesteuerten Motoren und Schutz der Motorisolationen durch Reduzierung der Spannungsanstiegsflanken (z.B. durch lange Motorzuleitungen).

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

[0017] Es ist daher die Aufgabe gemäß der Erfindung, eine Induktivität, insbesondere zur Verwendung als Drossel oder Filter, sowie ein Verfahren zu ihrer Herstellung zur Verfügung zu stellen, sodass der Herstellungsaufwand verringert und die Funktion der Induktivität insbesondere als Drossel und Filter verbessert wird.

b) Lösung der Aufgabe

[0018] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1, 10 und 13 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0019] Durch die spezifische Ausbildung der **Induktivität** gemäß Anspruch 1 ergeben sich eine Vielzahl von Vorteilen:

Durch die beiden Fortsätze an den Enden jedes Joches, die in den inneren Freiraum je einer Spule hineinragen, wird die Montage erleichtert, denn die äußeren Spulen erstrecken sich über die Fortsätze der Joche und halten damit die Joche und die äußeren Längsschenkel zusammen.

[0020] In der Mitte ist kein Fortsatz vorhanden, sodass der mittlere Längsschenkel genauso lang oder gar länger ist als die Spule, die darum herum angeordnet ist. Damit man dennoch nicht die mittlere Spule zusammen mit dem mittleren Längsschenkel aus der Ebene des Eisenkerns heraus verlagern kann, werden beidseits des Längsschenkels Sicherungstreifen (aus elektrisch isolierendem Material) eingesteckt, die länger sind als der mittlere Längsschenkel und sich jeweils bis in den Bereich der Joche hinein erstrecken und dadurch eine formschlüssige Sicherung gegen seitliches Herausziehen der mittleren Spule und des mittleren Längsschenkels bilden.

[0021] Funktionale Vorteile, nämlich eine gute elektrische Dämpfung mittels dieser Induktivität, wird erreicht, indem zunächst einmal die Luftspalte nach Bedarf dimensioniert werden können, indem die dafür eingelegten Abstandshalter unterschiedliche Dicken aufweisen können.

nen.

[0022] Zusätzlich können die Positionen der Luftspalte und deren Anzahl gewählt werden, indem die Längsschenkel nicht jeweils einstückig sein müssen, sondern in ihrer Erstreckungsrichtung aus mehreren Teilstücken bestehen können.

[0023] Bei den äußeren Längsschenkeln erstreckt sich vorzugsweise die Spule über die Luftspalte zwischen äußerem Längsschenkel und dem Fortsatz des Joches hinweg, sodass dort - auch wenn zusätzliche Luftspalte vorgesehen werden - sich sämtliche Luftspalte innerhalb der Länge der Spule befinden, was für die Funktion als Drossel oder Filter sehr vorteilhaft ist (Minimierung von Streufeldern).

[0024] Dass die Joche in sich durchbruchsfrei sind und auch der gesamte Eisenkern - außer den beiden großen Innenräumen zwischen den Längsschenkeln - durchbruchsfrei ist, da beispielsweise keine Durchgangsbohrungen durch die Bleche für Querverschraubungen benötigt werden, führt dazu, dass sich das magnetische Feld sehr viel homogener ausbilden kann, als bei Vorhandensein weiterer Durchbrüche. Vor allem wird ein Durchbruch in der Mitte des Joches vermieden durch die Bauform des Joches mit nur je einem Fortsatz an den Enden, und nicht im mittleren Bereich:

Mittels der entsprechend C-förmig gebogenen Bleche können auf diese Art und Weise Joche ohne innere Durchbrüche hergestellt werden, bei denen die Blechebene der einzelnen Bleche quer zur Hauptebene des fertig gestellten Eisenkerns verläuft.

[0025] Der Eisenkern wird zusammengehalten durch eine lediglich von außen angreifende Spannvorrichtung, die den Eisenkern nicht durchdringt, und die zusätzlich hinsichtlich des Abstands ihrer Spannplatten variabel ist, also wenn z.B. unterschiedlich dicke Abstandshalter in die Luftspalte eingesetzt werden.

[0026] Vorzugsweise sollten die Längsschenkel denselben Querschnitt wie die Fortsätze des Joches aufweisen, und insbesondere auch die Blechebenen in den Längsschenkeln fluchtend mit denen in den Fortsätzen verlaufen, um eine Homogenisierung des sich ausbildenden Magnetfeldes zu erreichen.

[0027] Vorzugsweise endet der mittlere Längsschenkel somit vor den Innenflächen des C-förmigen Joches in dessen mittleren Bereich, normalerweise mit einem Luftspalt zum Joch hin. Die dadurch nicht vorhandene formschlüssige Sicherung des mittleren Längsschenkels wird durch die zusätzlichen, bereits erwähnten Sicherungstreifen erreicht.

[0028] Die Luftspalte werden in der Regel durch eingelegte Abstandshalter aus elektrisch isolierendem Material bewirkt, was eine sehr einfache Möglichkeit ist, Luftspalte definierter Breite zu erzeugen.

[0029] Die Längsschenkel sind in der Regel quaderförmig und bestehen dann aus aufeinander gelegten rechteckigen Blechen. Die Spulen um die einzelnen

Längsschenkel herum besitzen eine axiale Länge, also in Längsrichtung der Längsschenkel verlaufend, die den Abstand zwischen den beiden Jochen möglichst vollständig ausfüllt, um allein dadurch eine formschlüssige Sicherung der Längsposition der Spulen innerhalb des Eisenkerns zu bewirken.

[0030] Die Joche sind am Übergang von ihrem Hauptteil in den Fortsatz nicht einfach um 90° gekröpft, sondern zwei Mal um je 45° gekröpft und besitzen dadurch an ihren Enden eine Schräge, sowohl in ihrer Außenkontur als auch in ihrer innenseitigen Kontur, und auch alle Bleche aus denen das Joch gebildet ist, besitzen diese Schräge.

[0031] Dadurch wird die Ausbildung von sog. Hot Spots zumindest an den Innenecken des Eisenkerns verhindert und damit ein homogeneres Magnetfeld erzielt.

[0032] Je nach Auslegung der Induktivität können die einzelnen Längsschenkel in ihrem Verlauf mehrteilig ausgebildet sein, wobei freie Wahl zwischen hinsichtlich der Länge dieser Einzelteile als auch der Breite der Luftspalte dazwischen besteht. Die Abstandshalter sollten vorzugsweise die gleiche Fläche besitzen wie der Querschnitt des Längsschenkels, in dem sie sich befinden, um keine unterschiedliche Dielektrizität im Inneren des Luftspaltes zu bewirken.

[0033] Die Querschnittsfläche der Längsschenkel und auch der Fortsätze der Joche ist so bemessen, dass sie zusammen mit den beidseits eingesteckten Sicherungstreifen genau den inneren Freiraum der jeweiligen Spule ausfüllen und dadurch eine passgenaue formschlüssige Sicherung zwischen Spule einerseits und Eisenkern andererseits gegeben ist.

[0034] Die Sicherungstreifen werden auch bei den äußeren Schenkeln eingesetzt, obwohl sie dort für die formschlüssige Sicherung gar nicht benötigt würden, da ja bei den äußeren Spulen die Fortsätze der Joche in das Innere der Spule hineinragen.

[0035] Die Sicherungstreifen werden deshalb auch an den äußeren Längsschenkeln angeordnet, damit der Eisenkern aus Blechstreifen gleichbleibender Dicke hergestellt werden kann, denn sonst müsste sich die Breite der für das Joch verwendeten Blechstreifen von dem mittleren Bereich zu den Fortsätzen hin verändern, was nachteilig für die Funktion und aufwändig für die Herstellung dieser Bleche ist.

[0036] Die Spannvorrichtung besteht vorzugsweise aus zwei Spannplatten, die auf die Außenseiten der Joche gelegt werden und einen Überstand entweder in der Hauptebene des Eisenkerns oder quer dazu oder beides aufweisen. An ihrem Überstand werden die beiden Spannplatten mittels Spannschrauben in Längsrichtung gegeneinander verspannt, und pressen damit die Joche gegeneinander, sodass ein Druck auf die Abstandshalter, welche die Luftspalte definieren, aufgebaut und beibehalten wird.

[0037] Dieser Druck auf die Abstandshalter bewirkt, dass die Geräuschemissionen der Induktivität im Betrieb

sehr viel niedriger sind als ohne oder nur geringe Vorspannung gegen die Abstandshalter.

[0038] Um eine formschlüssige Sicherung der Spannbleche gegenüber dem Eisenkern quer zu dessen Hauptebene zu gewährleisten, sind die Spannplatten vorzugsweise als Hutprofile ausgebildet.

[0039] Vorzugsweise weisen die Spannplatten außer den Bohrungen für die sie durchdringenden Spannschrauben auch weitere Durchgangsöffnungen auf, um bei dem anschließenden Benetzen oder Vergießen der gesamten fertig montierten Induktivität das Vergussmittel ablaufen zu lassen.

[0040] An der Spannplatte kann zusätzlich - ggf. zwischen Joch und Spannplatte - eine übliche NS-Schiene zum Befestigen von Trafos angeordnet sein, die für den Betrieb als Drossel oder Filter benötigt werden.

[0041] Vorzugsweise sind die Spannplatten breiter als der quer zu seiner Hauptebene gemessene Eisenkern und auch breiter als die Spulen in dieser Richtung, zum einen um Spannschrauben im Überstand anbringen zu können, zum anderen aber auch, um einen schützenden Überstand über die Spule und den Eisenkern zu bieten.

[0042] Aufgrund dieses konstruktiven Aufbaus der Induktivität lässt sich ein **Baukasten** schaffen, sodass mittels einer relativ geringen Anzahl unterschiedlicher Komponenten eine sehr große Bandbreite unterschiedlich gestalteter Induktivitäten hergestellt werden kann:

Der Baukasten muss natürlich jeweils mindestens wenigstens eine Sorte der zwingend vorhandenen Bauteile, also Spule, Joch, Spannvorrichtung, mittlerer und äußerer Längsschenkel und Sicherungstreifen enthalten.

[0043] Wenn allein bereits mehrere Sorten von Abstandshaltern unterschiedlicher Dicke Bestandteil des Baukastens sind, lassen sich dadurch je nach gewähltem Abstandshalter Induktivitäten mit unterschiedlichem Dämpfungsverhalten herstellen.

[0044] Noch größer ist natürlich die Variationsbreite, wenn auch von den übrigen Bauteilen der Baukasten mehrere Sorten enthält, beispielsweise mehrere Teil-Längsschenkel, um aus diesen Teil-Längsschenkeln mittlere und äußere Längsschenkel zusammenstellen zu können. Die sich ergebenden ändernden Abmessungen des Eisenkerns in Längsrichtung der Längsstreben können ohne Probleme durch entsprechend lange Außengewinde auf den Spannschrauben der Spannvorrichtung kompensiert werden oder bei großen Längenunterschieden durch unterschiedlich lange Spannschrauben innerhalb des Baukastens.

[0045] Vorzugsweise kann der Baukasten auch mehrere Sorten unterschiedlich langer Spulen und unterschiedlich langer Sicherungstreifen umfassen.

[0046] Hinsichtlich des **Verfahrens** wird die Aufgabe bei einer gattungsgemäßen Induktivität gemäß Anspruch 1 durch die Verfahrensschritte des Anspruchs 21 gelöst:

Zum Aufbau der Induktivität wird bevorzugt eine allerdings sehr einfach aufgebaute Vorrichtung benutzt, theoretisch könnte der Zusammenbau auch rein manuell erfolgen: Nach Zusammensetzen der Joche aus einzelnen Blechen wird auf die Fortsätze des ersten Joches jeweils eine Spule aufgesteckt, oder - falls die drei Spulen vorher zu einer Einheit verbunden wurden - die gesamte Spuleneinheit.

[0047] Anschließend werden - nach Einlegen der Abstandshalter in die inneren Freiräume der Spulen - die äußeren Längsschenkel in die äußeren Spulen eingesetzt, und der mittlere Längsschenkel in die mittlere Spule eingesetzt.

[0048] Spätestens jetzt, eventuell bereits vorher, werden die je zwei Sicherungstreifen in den Innenraum jeder Spule eingesetzt.

[0049] Nunmehr kann das zweite Joch mit seinen Fortsätzen in die äußeren Spulen eingesteckt werden - wieder unter Zwischenlegen je eines Abstandshalters - und die Spannvorrichtung angebracht werden, die in dieser Stellung die beiden Joche gegeneinander presst. Wenn die Spannvorrichtung aus den beiden Spannplatten und verbindenden Spannschrauben besteht, werden die - vorzugsweise hutförmigen - Spannplatten auf die Außenseite der Joche aufgelegt und die Spannschrauben verschraubt.

c) Ausführungsbeispiele

[0050] Ausführungsformen gemäß der Erfindung sind im Folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: die Induktivität in Explosionsdarstellung,
Fig. 2a-c: verschiedene Varianten des Eisenkerns,
Fig. 3a-c: die Induktivität im zusammengebauten Zustand.

[0051] Der Eisenkern **24** aus **Figur 1** ist in **Figur 2a** in der Aufsicht auf seine Hauptebene **16** dargestellt, und in **Figur 2b** in der Seitenansicht, also in Blickrichtung dieser Hauptebene **16**.

[0052] Wie in **Figur 2a** zu erkennen, besteht der Eisenkern **26** in der Aufsicht auf seine Hauptebene **16** aus einem ringförmig umlaufenden Blechpaket mit etwa quadratischer Form und abgeschrägten Ecken, bestehend aus einem oberen und einem unteren, C-förmigen Joch **2**. Jedes der Joche **2** besitzt an seinen Enden im rechten Winkel zur Erstreckungsrichtung des Joches **2** in die gleiche Richtung abragende Fortsätze **7a, b**.

[0053] Die Fortsätze **7a, b** des unteren Joches **2** sind nach oben gerichtet, die Fortsätze **7a, b** des oberen Joches **2** sind nach unten gerichtet, und fluchten mit den Fortsätzen **7a, b** des unteren Joches **2**.

[0054] Der Übergang des Hauptteils des Joches **2** zu den Fortsätzen **7a, b** weist jeweils eine Schräge **14** auf, also zwei Biegungen um jeweils **45°**.

[0055] Die Joche **2** sind aus einzelnen, in dieser Form

C-förmig gebogenen, Blechen **4a, b**, die ineinander gelegt sind und genau ineinander passen, aufgebaut.

[0056] Zwischen den zueinander fluchtenden Fortsätzen **7a** einerseits und **7b** andererseits befindet sich jeweils ein äußerer Längsschenkel **1a**, der ebenfalls aus einzelnen, in diesem Fall rechteckigen, parallel aneinander angelegten Blechen besteht.

[0057] Zusätzlich befindet sich im inneren Freiraum **5** dieses ringförmig umlaufenden Blechpaketes **24** ein mittlerer Längsschenkel **1b**, der sich im wesentlichen von den Innenseiten des einen Joches **2** in dessen mittleren Bereich bis zur Innenseite des anderen Joches **2** erstreckt und ebenfalls aus parallel aneinander angelegten, überhaupt nicht miteinander verbundenen, rechteckigen Blechen **4x, y** besteht und parallel zu den äußeren Längsschenkeln **1a** verläuft.

[0058] An den stirnseitigen Enden der Längsschenkel **1a, b** und den Jochen **2** befindet sich jeweils ein Luftspalt **13**, der im zusammengebauten Zustand des Eisenkerns **24** dadurch erhalten wird, dass insbesondere plattenförmige Abstandshalter **15**, deren Fläche der Querschnittsfläche der Längsschenkel **1a, b** entspricht, eingelegt sind.

[0059] Die Querschnittsfläche der äußeren Längsschenkel **1a, b** ist die gleiche und stimmt vorzugsweise mit der Querschnittsfläche des mittleren Längsschenkels **1b** überein, sodass für alle Längsschenkel die gleichen Abstandshalter **15** benutzt werden können, wenn die Dicke des Luftspaltes **13** auch jeweils die gleiche sein soll.

[0060] Sowohl der mittlere Längsschenkel **1b** als auch die äußeren Längsschenkel **1a** können auch jeweils in ihrer Erstreckungsrichtung aus mehreren Teil-Längsschenkeln **1b1, 1b2** bestehen, wie in einer alternativen Ausführungsform in **Figur 2c** dargestellt.

[0061] Sowohl der Aufbau der Längsschenkel aus ein oder mehreren Teil-Längsschenkeln als auch die Dicke der Abstandshalter **15** hängt vom jeweiligen Einsatzzweck der Induktivität ab. Der Zweck der Erfindung besteht ja vereinfacht ausgedrückt darin, möglichst viele Variationsmöglichkeiten gerade hinsichtlich des Aufbaus und der Details des Eisenkerns zu haben trotz einem einfach durchzuführenden Aufbau der Induktivität.

[0062] Das Vorgehen beim Aufbau der Induktivität kann am besten anhand der Explosionsdarstellung der **Figur 1** erläutert werden:

Zunächst muss - siehe linke Bildhälfte der **Figur 1** - der Eisenkern **24** mit der Spuleneinheit **31** zusammengebaut werden, von der in **Figur 1** lediglich die in der Regel aus Kunststoff bestehenden, hülsenförmigen Spulenkörper **3** dargestellt sind, um deren Außenflächen herum jedoch vor dem Zusammenbau die elektrischen Spulen **3** mit ihren Wicklungen **19a, b** aufgebracht sind unter Verwendung des Spulenkörpers **3** als Wickelkern **20**, wie in **Figur 3a - c** zu sehen.

[0063] Dieser Zusammenbau geht wie folgt vor sich:

Nachdem das untere Joch **2** aus Blechen **4a, b** zusammengesetzt ist, werden die beiden äußeren Spulenkörper **3** auf die nach oben ragenden Fortsätze **7a, b** dieses unteren Joches **2** aufgesteckt, und auch der mittlere Spulenkörper **3** zwischen die beiden äußeren Spulenkörper **3** gesetzt, der dann auf der Oberseite des Joches **2** in dessen mittleren Bereich aufsitzt.

[0064] Anschließend werden von oben her in die Spulen-Innenräume **29** der Spulenkörper **3** jeweils einer der plattenförmigen Abstandshalter **15** eingelegt, sodass sie mit ihrer Hauptfläche auf der Stirnfläche eines der Fortsätze **7a, b** aufliegen und damit quer im Spulen-Innenraum **29** liegen, den die Querschnitte der Fortsätze **7a, b** auch im wesentlichen ausfüllen.

[0065] Allerdings besitzt der Eisenkern **24** eine quer zu seiner Hauptebene **16** gemessene Tiefe, die geringer ist als die entsprechende Erstreckung des Querschnittes des Spulen-Innenraumes **29**, und zwar um soviel geringer, dass beidseits des Eisenkerns **24** jeweils gerade ein Sicherungstreifen **12** entlang jedem der Längsschenkel **1a, b** dazwischengeschoben werden kann, was nunmehr als nächster Schritt durchgeführt wird durch Einschieben von oben in die Spulen-Innenräume **29**.

[0066] Die Sicherungstreifen **12** sind länger als der mittlere Längsschenkel **1b**, und werden im mittleren Spulenkörper **3** soweit nach unten geschoben, dass ihr unteres Ende bis in den Bereich des unteren Joches **2** reicht.

[0067] Dies stellt die formschlüssige Sicherung dagegen dar, damit im zusammengebauten Zustand der mittlere Spulenkörper **3** nicht quer zur Hauptebene **16** des Blechpaketes **24** aus diesem herausgezogen werden kann.

[0068] Nun werden die Längsschenkel **1a, b** von oben her in die einzelnen Spulenkörper **3** eingesetzt zwischen die jeweils zwei Sicherungstreifen **12**. Wenn einer der Längsschenkel **1a, b** aus mehreren Teil-Längsschenkeln **1b1, 1b2** besteht, werden diese nacheinander eingesetzt, jeweils unter Zwischenlage eines Abstandshalters **15**.

[0069] Auf die oberen Enden der eingesetzten Längsschenkel **1a, b** werden ebenfalls Abstandshalter **15** aufgelegt und dann das vorher aus Blechen zusammengesetzte obere Joch **2** mit seinen Fortsätzen **7a, b** nach untenweisend in die Spulen-Innenräume **29** der beiden äußeren Spulenkörper **3** eingesteckt zwischen die dortigen Sicherungstreifen **12**.

[0070] Damit diese Einheit nicht mehr unerwünschterweise demontiert werden kann, müssen lediglich die beiden Joches **2** gegeneinander verspannt werden. Dies wird im nächsten Schritt dadurch erreicht, dass jeweils eine Spannplatte **17** in Form einer hutförmigen Schiene, die so dimensioniert ist, dass die quer zur Hauptebene **16** gemessene Tiefe des Eisenkerns **24** genau in die Vertiefung des Querschnittes des Hutprofils passt von oben auf das obere Joch **2** und von unten gegen das untere

Joch **2** gelegt wird.

[0071] Die quer nach hinten und vorne vorstehenden Überstände **23a, b** des Hutprofils weisen zueinander fluchtende Bohrungen **26** auf, durch die hindurch die beiden Spannplatten **17** mittels Spannschrauben **25** gegeneinander verspannt werden können, und dadurch den Eisenkern **24** zusammenhalten.

[0072] Vor oder nach dem Anbringen dieser aus den Spannplatten **17** und den Spannschrauben **25** bestehenden Spannvorrichtung **6** am Eisenkern **24** können an der Spannvorrichtung **6** weitere Bauteile befestigt werden:

So kann auf der oberen Spannplatte **17** eine sog. NS-Schiene **27** verschraubt werden, die dem formschlüssigen Befestigen von Trafos **28** dient, die für manche Anwendungen dieser Induktivität benötigt werden.

[0073] Ebenso kann an der Unterseite der unteren Spannplatte **17** eine weitere Spannplatte **17** so befestigt werden, dass die hutförmigen Aufwölbungen gegeneinander gerichtet sind. Diese unterste Spannplatte **17** kann beispielsweise der Verschraubung gegenüber dem Untergrund oder einem anderen Maschinenteil dienen.

[0074] Ebenso kann entweder an der unteren Spannplatte **17** oder einer zusätzlichen untersten Spannplatte **17** eine Tragplatte befestigt sein, die vom Querschnitt des Hutprofils der Spannplatte **17** aus zur Seite vorsteht und dem Befestigen von Kondensatoren **30** dient, die ebenfalls für bestimmte Anwendungen der Induktivität benötigt werden.

[0075] Die Figuren **3a-c** zeigen den fertig zusammengebauten Zustand in verschiedenen Ansichten der Induktivität gemäß Figur **1**.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0076]

1a, b	Längsschenkel
1a1, 1a2	Teil-Längsschenkel
2	Joch
3	Spulenkörper
3'	Spule
4a, b, x,	y Blech
5	innerer Freiraum
6	Spannvorrichtung
7a, b	Fortsatz
8	Kleber
9a, b	Stirnfläche
10	Längsrichtung
11	Querrichtung, Verlaufsrichtung Joch
12	Sicherungstreifen
13	Luftspalt
14	Schräge
15	Abstandshalter
16	Hauptebene
17	Spannplatte

18	Dicke
19a, b	Wicklung
20	Wickelkern
21	Stirnplatte
22	Durchgangsöffnung
23a, b	Überstand
24	magnetischer Flussleitkörper, Eisenkern
25	Spannschraube
26	Bohrung
27	NS-Schiene
28	Trafo
29	Spulen-Innenraum
30	Kondensatoren
31	Spuleneinheit

Patentansprüche

1. Elektrische Induktivität, insbesondere elektrisches passives Dämpfungsglied, mit

- einem aus gegeneinander isolierten Blechen (4a, b) zu einem Blechpaket zusammengesetzten Eisenkern (24) als magnetischem Flussleitkörper (24) mit

- drei parallel im Abstand zueinander angeordneten, in Längsrichtung (10) verlaufenden Längsschenkeln (1a, 1b, 1a),
- zwei Jochen (2), von denen jedes Joch (2) die auf die gleiche Seite der Längsschenkel (1a, b) weisenden Enden unter Bildung eines Luftspaltes verbindet,
- die Joche (2) aus C-förmig gebogenen, passgenau ineinander gelegten Blechen (4a, b) bestehen,

- drei ringförmig geschlossen umlaufende Spulen (3), von denen jede passgenau um einen der Längsschenkel (1a, b) herum verläuft

dadurch gekennzeichnet, dass

- jedes Joch (2) an beiden Enden der Verlaufsrichtung (11) des Joches (2) in Längsrichtung (10) abstrebende Fortsätze (7a, b) aufweist,
- zwischen je zwei gegeneinander gerichteten Fortsätzen (7a, b) der beiden Joche (2) je ein äußerer Längsschenkel (1a) unter Bildung eines Luftspaltes (13) angeordnet ist,
- die Joche (2) mittels einer Spannvorrichtung (6), deren Teile (6a, b) außerhalb des Blechpakets angeordnet sind, gegeneinander verspannt sind,
- der fertige Eisenkern (24) außer den beiden Innenräumen zwischen den Längsschenkeln (1a, b) durchbruchfrei ist,
- zwischen dem mittleren Längsschenkel (1b)

und der Innenwand der Spule (3') oder des Spulenkörpers (3) ein Sicherungstreifen (12) aus elektrisch isolierendem Material angeordnet ist, der länger ist als die Länge des mittleren Längsschenkels (1b) und beidseits bis in den Bereich der Joche (2) reicht.

2. Induktivität nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die äußeren Längsschenkel (1a) den gleichen Querschnitt wie die Fortsätze (7a, b) aufweisen, und/oder der mittlere Längsschenkel (1b) beabstandet um einen Luftspalt (13) vor den Innenflächen der C-förmigen Joche (2) endet.

3. Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

in den Luftspalten (13) Abstandshalter (15) aus elektrisch isolierendem Isoliermaterial angeordnet sind, und/oder

die Längsschenkel (1a, b) aus aufeinander gelegten rechteckigen Blechen (4 x, y) bestehen, deren Blechebenen mit den Blechebenen der Bleche (4a, b) in den Fortsätzen (7a, b) fluchten.

4. Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Spulen (3) in Längsrichtung (10) den Abstand zwischen den beiden Jochen (2) ausfüllen, und/oder die Spulen (3) einen Spulenkörper (3') aus Kunststoff aufweisen, auf dem die Wicklung (19a, b) aufgebracht ist.

5. Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Bleche (4a, b) der Joche (2) am Übergang vom Hauptteil des Joches (2) in den Fortsatz eine Schräge (14), insbesondere durch Kröpfung um je 45°, aufweisen, und/oder

die Spulen (3') auf den äußeren Längsschenkeln (1a) so lang sind, dass sie die Luftspalte (13) zwischen den äußeren Längsschenkeln (1a) und den Fortsätzen (7a, b) der Joche (2) überdecken.

6. Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Längsschenkel (1a, b) mehrteilig ausgebildet sein können, indem sie in ihrer Erstreckung in Längsrichtung (10) unterbrochen sind durch Luftspalte (13), in denen sich Abstandshalter (15) befinden, und/oder die insbesondere plattenförmigen Abstandshalter (15) die gleiche Fläche besitzen wie der Querschnitt der Längsschenkel (1a, b), in deren Luftspalten (13) sie sich befinden.

7. Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Spannvorrichtung (6) aus zwei Spannplatten (17) besteht, die auf den Außenseiten der Joche (2) liegen und an ihrem Überstand (23a, b) durch Spannschrauben (25) in Längsrichtung (10) gegeneinander verspannt sind, und insbesondere die Spannplatten (25) aus einem Hutprofil bestehen. 5
8. Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 die Induktivität von einem aushärtenden Kunststoff benetzt, insbesondere in diesem vergossen, ist, und/oder 10
 die Spannplatten (17) außer den Bohrungen (26) für die Spannschrauben (25) Durchgangsöffnungen (22) für das Abfließen des Vergussmittels aufweisen. 15
9. Induktivität nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 an der Spannplatte (17), und insbesondere zwischen Spannplatte (17) und Joch (2), eine Schiene, insbesondere eine NS-Schiene (27) zum Befestigen von Trafos (28) angeordnet ist, und/oder 20
 die Spannplatte (17) in der Aufsicht betrachtet mindestens so breit ist wie die Spulen (3'). 25
10. Baukasten zum Herstellen einer Induktivität, mit 30
- wenigstens einer Sorte Spulen (3'),
 - wenigstens einer Sorte Joche (2),
 - wenigstens einer Sorte Spannvorrichtung (6), 35
 - wenigstens einer Sorte mittlerer Längsschenkel (1b),
 - wenigstens einer Sorte äußerer Längsschenkel (1a),
 - wenigstens einer Sorte Sicherungsstreifen (12), 40
- dadurch gekennzeichnet, dass**
 der Bausatz mehrere Sorten von Abstandshaltern (15) mit unterschiedlicher Dicke umfasst. 45
11. Baukasten nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Baukasten mehrere Teil-Längsschenkel (1a1, 1a2) zum Erstellen von mittleren (1b) und äußeren (1a) Längsschenkeln umfasst. 50
12. Baukasten nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Baukasten mehrere Sorten unterschiedlich langer Spulen (3') und/oder unterschiedlich langer Sicherungsstreifen (12) und/oder unterschiedlich langer Spannvorrichtungen (6) mit insbesondere unter-

schiedlich langen Spannschrauben (25) umfasst.

13. Verfahren zum Herstellen einer Induktivität, die

- einen Eisenkern (24) mit drei beabstandeten Längsschenkeln (1a, 1b, 1a) und zwei C-förmigen Joche (2) mit endseitigen Fortsätzen (7a, b) sowie
 - drei Spulen (3') und
 - eine Spannvorrichtung (6) 10
- aufweist, mit folgenden Verfahrensschritten:

- a) Zusammensetzen eines ersten Joches (2) aus Blechen (4a, b) und Anordnen des Joches (2) mit nach oben weisenden Fortsätzen (7a, b),
- b) Aufstecken der beiden äußeren Spulen (3') auf die Fortsätze (7a, b) und Einsetzen der mittleren Spule (3') zwischen die beiden so positionierten äußeren Spulen (3'),
- c) Einstecken von je zwei Sicherungsstreifen (12) in jeden Spulen-Innenraum (29) entlang an den Außenflächen des Joches (2),
- d) Einlegen je eines plattenförmigen Abstandshalters (15) in jeden Spulen-Innenraum (29) der drei Spulen (3'),
- e) Einstecken des äußeren und des mittleren Längsschenkels (1a,b) in die Innenräume (29) jeder der drei Spulen (3') oder der mehreren Teil-Längsschenkel (1b1, 1b2) nacheinander in jedem Innenraum (29) mit Dazwischenlegen je eines Abstandshalters (15),
- f) Auflegen von Abstandshaltern (15) auf die oberen Stirnflächen der drei Längsschenkel (1a, b),
- g) Zusammensetzen eines zweiten Joches (2) aus C-förmig gekrümmten Blechen (4a, b),
- h) Einstecken des zweiten Joches (2) mit den Fortsätzen (7a, b) nach unten in die Spuleninnenräume (29) der beiden äußeren Spulen (3') zwischen die Sicherungsstreifen (12),
- i) Anlegen der Spannvorrichtung (6) am Eisenkern (24) und Verspannen der beiden Joche gegeneinander. 55

14. Verfahren nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass

vor dem Aufstecken der drei Spulen (3') die drei Spulen (3') miteinander mechanisch zu einer Spulen-Einheit verbunden werden, und/oder die Induktivität auf der Außenseite elektrisch isolierend beschichtet, insbesondere elektrisch isolierend vergossen, wird.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Anbringen der Spannvorrichtung (6) erfolgt durch

- Anlegen einer Spannplatte (17) oberhalb und unterhalb des Eisenkerns (24) an den Außenseiten der Joche (2), 5
- Anordnen und Verspannen von Spannschrauben (25) zwischen den beiden Spannplatten (17) seitlich neben dem Eisenkern (24) und den Spulen (3'). 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

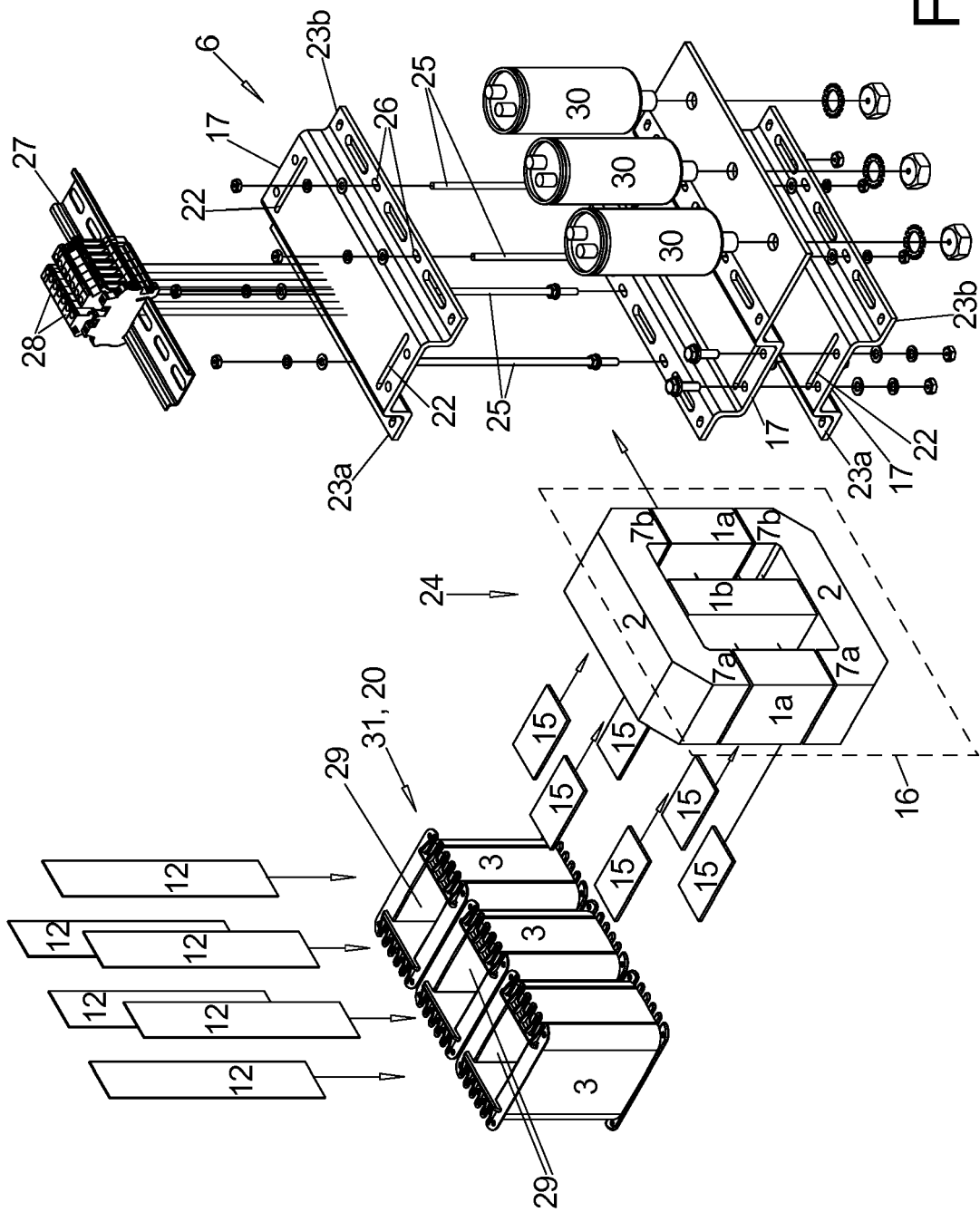
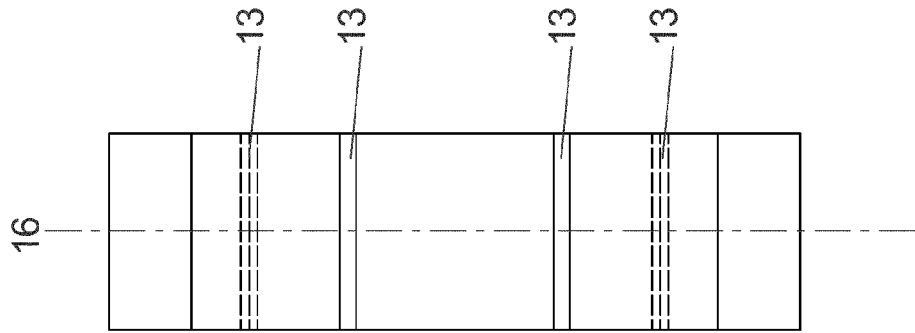
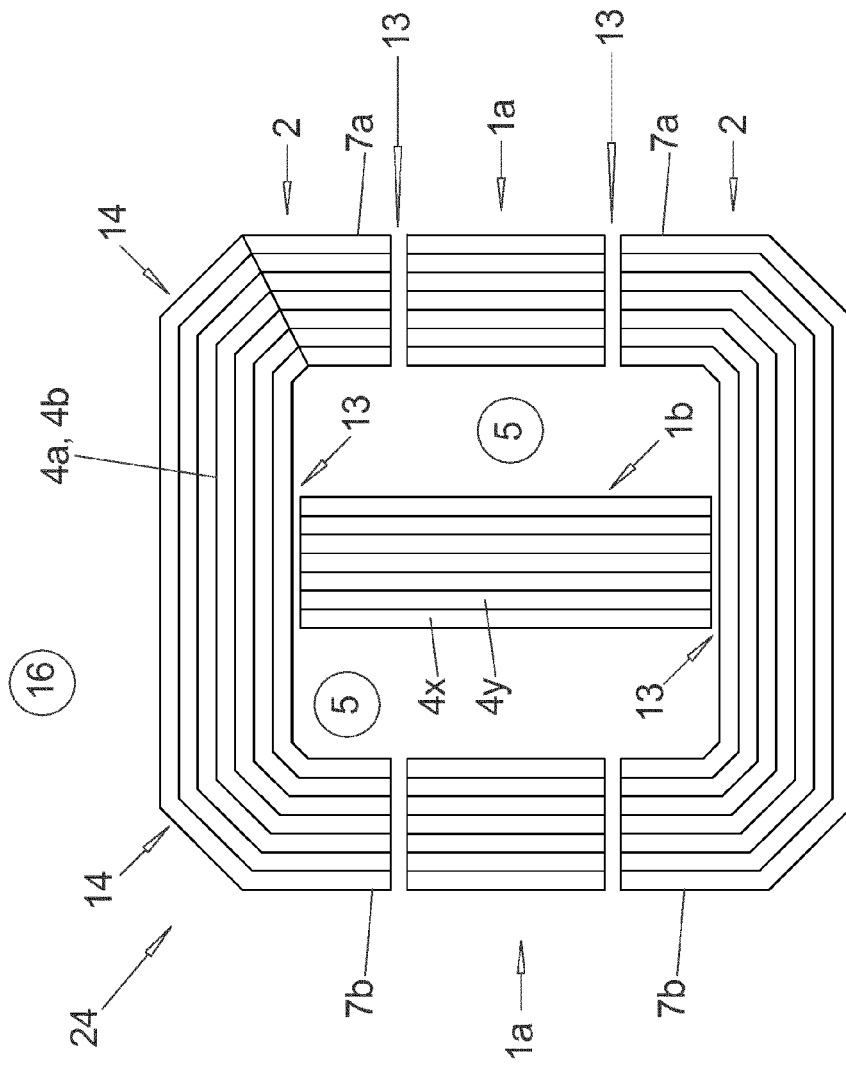


Fig. 1



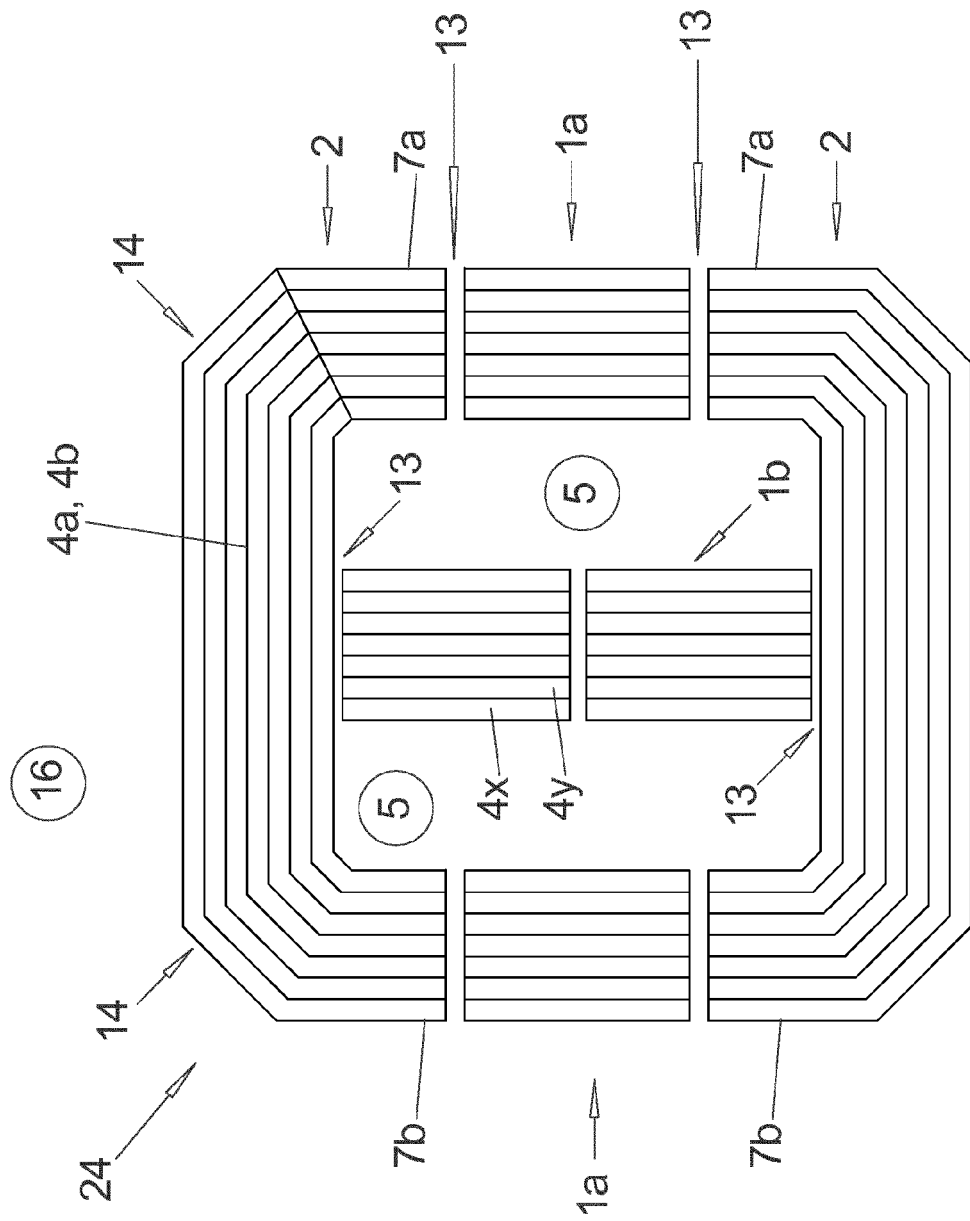


Fig. 2c

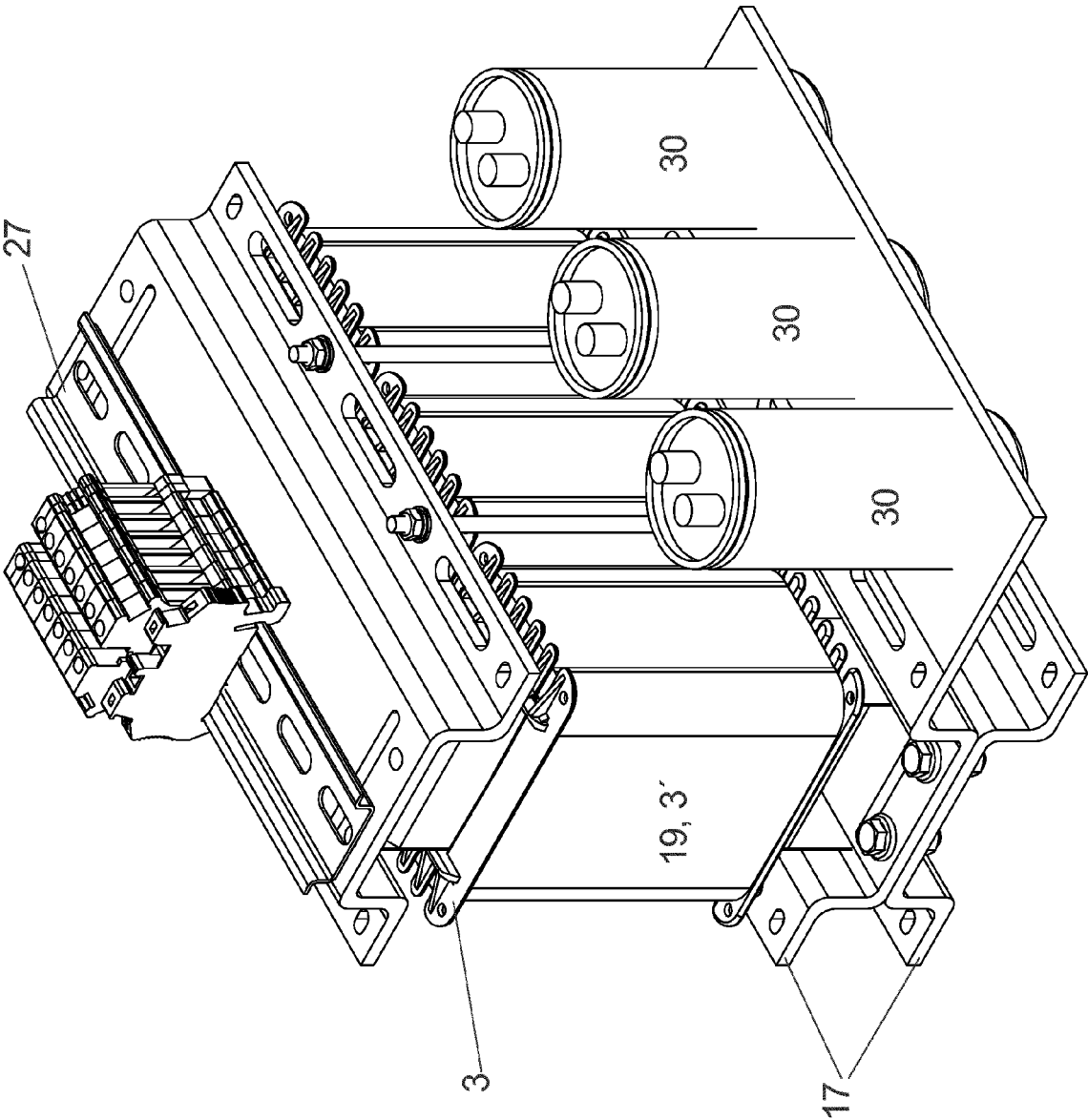


Fig. 3a

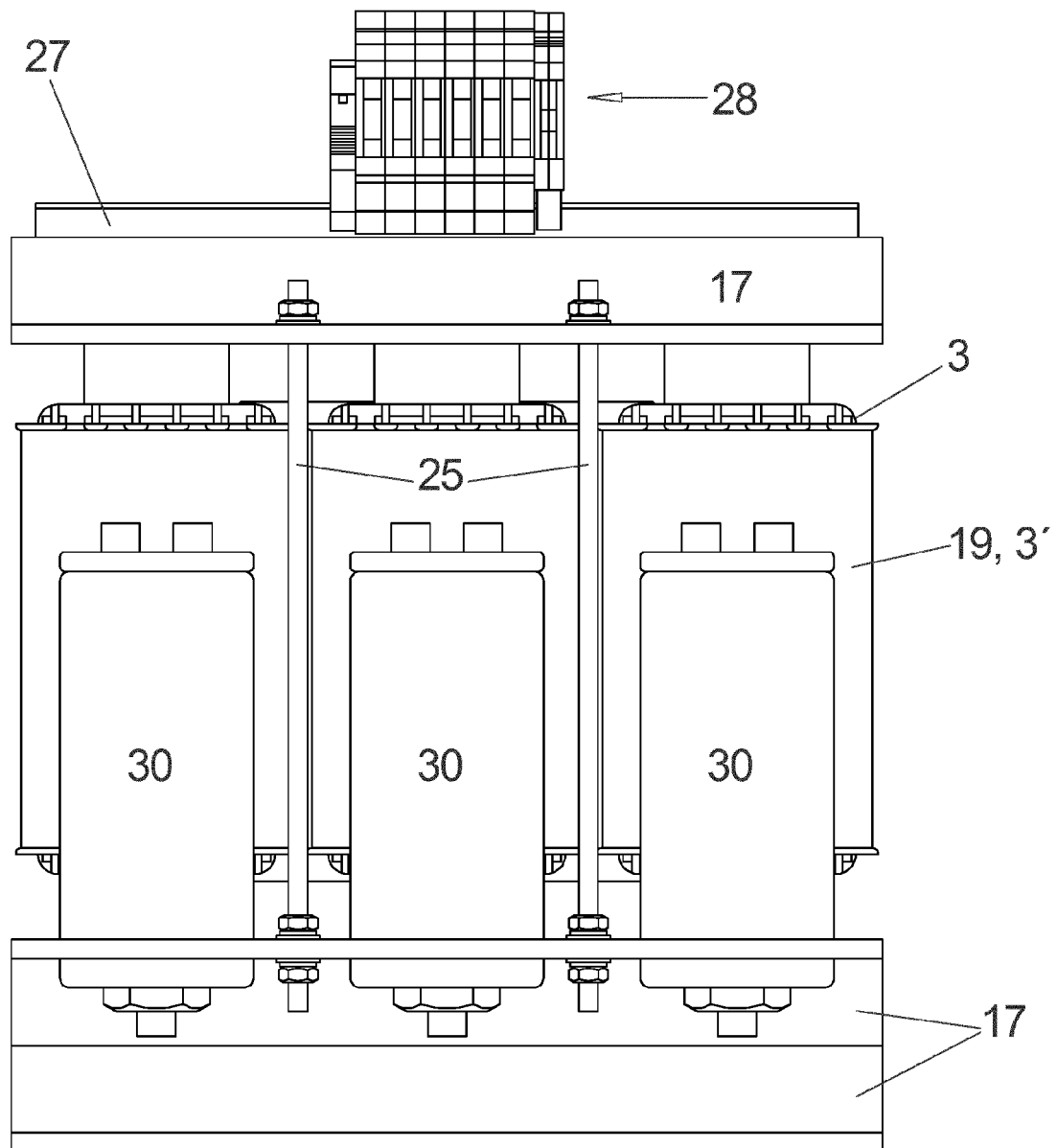


Fig. 3b

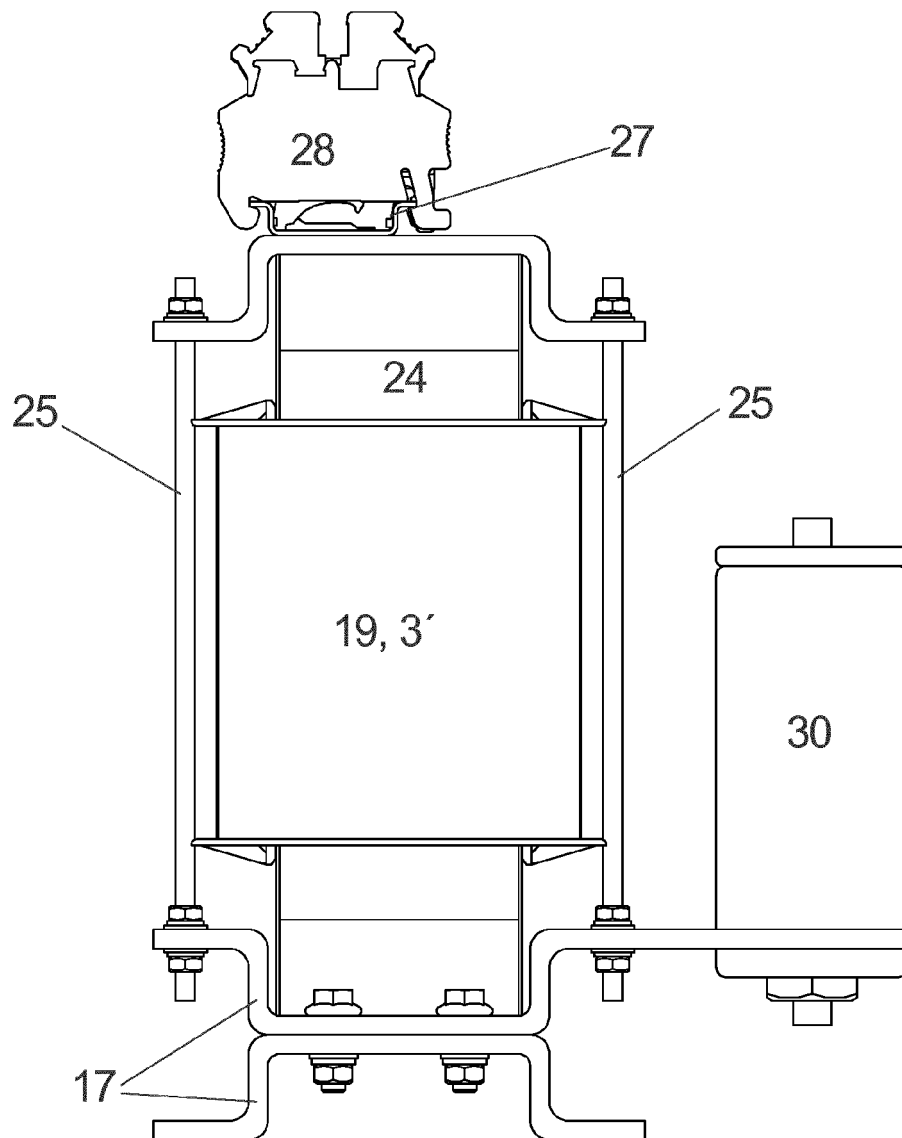


Fig. 3c



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 16 9708

5

10

15

20

25

30

35

40

45

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	WO 2013/183420 A1 (SHT CORP LTD [JP]) 12. Dezember 2013 (2013-12-12) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-9, 13-15	INV. H01F3/14 H01F27/26 H01F30/12
A	EP 2 498 266 A2 (HITACHI LTD [JP]) 12. September 2012 (2012-09-12) * Zusammenfassung; Abbildung 1b *	1-9, 13-15	
A	DE 34 14 581 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG [DE]) 24. Oktober 1985 (1985-10-24) * Zusammenfassung; Abbildung 2 *	1-9, 13-15	
A	US 2010/321958 A1 (BRINLEE ANTONY [US] ET AL) 23. Dezember 2010 (2010-12-23) * Zusammenfassung; Abbildung 12 *	1-9, 13-15	
A	JP 2006 245050 A (TDK CORP) 14. September 2006 (2006-09-14) * Zusammenfassung; Abbildungen 4-6 *	1-9, 13-15	
A	JP 2013 172135 A (FDK CORP) 2. September 2013 (2013-09-02) * Zusammenfassung; Abbildung 12 *	1-9, 13-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	US 2006/103496 A1 (LEE MU-TU [TW]) 18. Mai 2006 (2006-05-18) * das ganze Dokument *	1-9, 13-15	H01F
A	US 2010/102917 A1 (LIU CHUN-TIAO [TW] ET AL) 29. April 2010 (2010-04-29) * das ganze Dokument *	1-9, 13-15	
A	EP 0 532 360 A1 (VLT CORP [US]) 17. März 1993 (1993-03-17) * das ganze Dokument *	1-9, 13-15	
A	EP 1 808 872 A2 (GBE S R L [IT]) 18. Juli 2007 (2007-07-18) * das ganze Dokument *	1-9, 13-15	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. März 2016	Prüfer Rouzier, Brice
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

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 16 9708

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

17-03-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013183420 A1	12-12-2013	JP 5616928 B2	29-10-2014
		JP 2013254802 A	19-12-2013
		TW 201405597 A	01-02-2014
		WO 2013183420 A1	12-12-2013
EP 2498266 A2	12-09-2012	CN 102682952 A	19-09-2012
		EP 2498266 A2	12-09-2012
		JP 5689338 B2	25-03-2015
		JP 2012186405 A	27-09-2012
		US 2012229118 A1	13-09-2012
DE 3414581 A1	24-10-1985	BR 8501797 A	10-12-1985
		DE 3414581 A1	24-10-1985
US 2010321958 A1	23-12-2010	KEINE	
JP 2006245050 A	14-09-2006	JP 4331122 B2	16-09-2009
		JP 2006245050 A	14-09-2006
JP 2013172135 A	02-09-2013	CN 104115243 A	22-10-2014
		JP 2013172135 A	02-09-2013
		US 2015302981 A1	22-10-2015
		WO 2013124941 A1	29-08-2013
US 2006103496 A1	18-05-2006	DE 202005017998 U1	20-07-2006
		US 2006103496 A1	18-05-2006
US 2010102917 A1	29-04-2010	KEINE	
EP 0532360 A1	17-03-1993	DE 69226741 D1	01-10-1998
		DE 69226741 T2	20-05-1999
		DE 69232551 D1	16-05-2002
		DE 69232551 T2	22-08-2002
		EP 0532360 A1	17-03-1993
		EP 0881647 A1	02-12-1998
		JP 3311391 B2	05-08-2002
		JP H06151210 A	31-05-1994
		JP 2002237423 A	23-08-2002
		US 5546065 A	13-08-1996
		US 5719544 A	17-02-1998
		US 2002097130 A1	25-07-2002
EP 1808872 A2	18-07-2007	CN 101034617 A	12-09-2007
		EP 1808872 A2	18-07-2007
		HK 1110699 A1	19-10-2012

EPO FORM P0461

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