



(10) **DE 20 2015 102 904 U1** 2016.08.11

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2015 102 904.7**

(22) Anmeldetag: **04.06.2015**

(47) Eintragungstag: **01.07.2016**

(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **11.08.2016**

(51) Int Cl.: **H01F 27/33** (2006.01)

H01F 27/30 (2006.01)

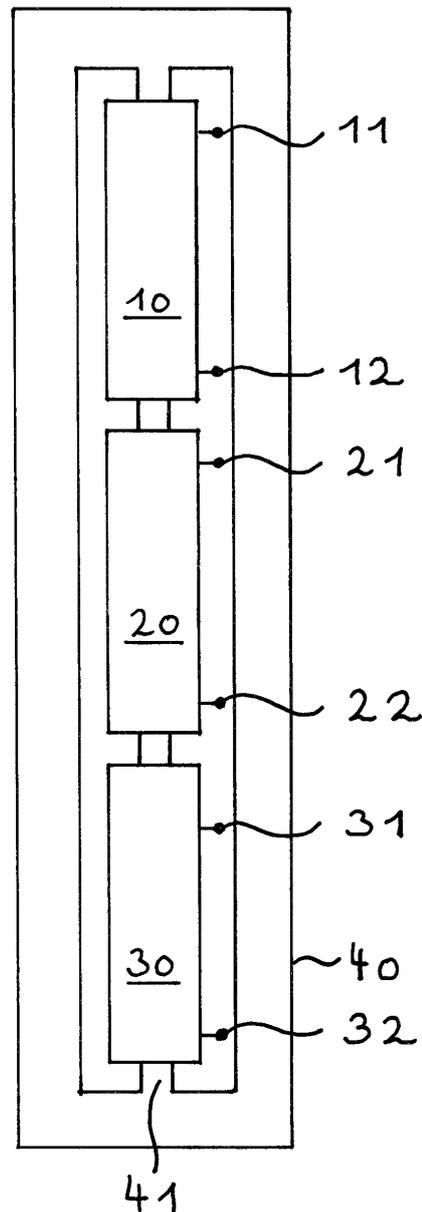
H01F 27/24 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Manfred Schmelzer GmbH, 79331 Teningen, DE

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
**Tahhan, Isam, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 79199
Kirchzarten, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Geräuscharmer Spezialtransformator**



(57) Hauptanspruch: Elektrischer Transformator für den Betrieb im erweiterten Temperaturbereich zwischen $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+130\text{ }^{\circ}\text{C}$, dadurch gekennzeichnet, dass die Transformatorwicklungen als linear aufeinanderfolgende, fluchtende Spulen auf drei Kammern verteilt sind, dabei eine einzige zentralsymmetrisch angeordnete Primärspule (20) sowie zwei weitere, als Sekundärwicklung zusammengeschaltete Spulen (10, 30) in aneinandergeschalteter Bauweise aufweisen; die Baulänge des Transformators das 8-fache der Bauhöhe nicht unterschreitet und das Maß der Einbauhöhe des Transformators maximal 13 mm beträgt.

Beschreibung

Einleitung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrischen Transformator. Gegenstand der Erfindung ist insbesondere ein Spezialtransformator von spezieller, kleinvolumiger, extrem flacher Bauweise und gutem Gesamtwirkungsgrad. Darüber hinaus ist es ein besonderes Anliegen der vorliegenden Erfindung, einen derartigen Transformator zu schaffen, der sich zunächst durch ein außerordentlich gutes Körperschall- und/oder Luftschallverhalten auszeichnet und weiterhin in einem erweiterten Temperaturbereich betrieben werden kann, zum Beispiel gemäß sog. MIL- oder "automotive" Spezifikationen. Im Leerlauf soll ein solcher Transformator einen wesentlich geringeren Eingangsstrom als bei minimaler bestimmungsgemäßer kapazitiver Last aufweisen.

Stand der Technik und deren Nachteile

[0002] Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ist es üblich, Elektromaschinen und Transformatoren mit kürzestmöglichen magnetischen Flusspfaden zu versehen. Zugehörige Spulen können vergleichsweise große Oberflächen oder Volumina aufweisen. Als zugehörige Merkhilfe wird gelegentlich der Satz "Eisen kurz, Kupfer lang" zitiert. Aus diesem Grund tendieren Transformatoren dazu, eine eher kompakte, kubische Bauform zu besitzen. Transformatoren für Spezialanwendungen können eine anders geformte Gestalt aufweisen. Ein Beispiel dafür ist der sog. Tesla-Transformator, wie er mit seiner bevorzugt pyramidenförmigen Gestalt z.B. aus der Patentschrift US 1,119,732 bekannt ist.

[0003] Keine aus der Patent- oder sonstigen Literatur bekannte Transformator-Konstruktion erscheint geeignet, die Anforderungen zu erfüllen, die an den Gegenstand der Erfindung gestellt werden. Standardförmige Transformatoren sind entweder zu breit, zu hoch oder zu teuer für den angestrebten Anwendungsfall. Auch andere bekannte Transformortypen sind entweder von Form und Dimensionen, Leistungsklasse, Kosten oder Geräuschemissionen her nicht geeignet, die Funktionen zu realisieren, wie dies durch einen erfindungsgemäßen Miniaturtransformator ermöglicht wird.

[0004] Als Beispiel wird die folgende Patentliteratur zitiert, welche als besonders nahekommender Stand der Technik angesehen wird:

- a) CN 201163564 Y, Erfnder: Li
Titel: Miniature transformer iron core/winding structure

[0005] Diese Schrift zitiert im Abstract einen Miniatur-Transformator mit niedriger Geräusentwicklung. Es handelt sich soweit aus der Zeichnung er-

sichtlich um einen völlig normalen Transformator mit E- und I-Kernblechen.

- b) US7218198, Erfnder: Pilniak et al.
Titel: Coil form

[0006] Diese Schrift zitiert unter anderem E-förmige Kernteile und beruht im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung auf metallischen Trennplatten zwischen axial aneinander-gereihten Spulen.

Aufgabe der Erfindung und zugehörige Lösung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Transformator zu schaffen, der

- von miniaturisierter Bauform ist und Querschnitts-Dimensionen von wenigen Quadratzentimetern aufweist
- mit Eingangsspannungen im 5-Volt-Bereich gespeist wird und Ausgangsspannungen im 100-Volt-Bereich oder mehr abgibt
- im Leerlauf mit einem wesentlich niedrigeren Primärstrom gespeist wird als es bei kapazitiver Mindest-Last der Fall ist
- sich durch extrem niedrige Luft- und/oder Körperschallemissionen sowohl im Leerlauf als auch bei Nennlast auszeichnet
- einen guten Gesamtwirkungsgrad aufweist
- besonders gute temperatur- und klimafeste Gebrauchseigenschaften aufweist

[0008] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Spezialtransformator mit sorgfältig aufeinander abgestimmten mechanischen, elektrischen, magnetischen und thermischen Eigenschaften, nämlich mittels Transformatorwicklungen, die als linear aufeinanderfolgende, fluchtende Spulen auf drei Kammern verteilt sind, wobei eine einzige zentralsymmetrisch angeordnete Primärspule sowie zwei weitere, als Sekundärwicklung zusammenschaltete Spulen in aneinandergeschalteter (konkatenerter) Bauweise vorhanden sind, wobei die Baulänge des Transformators das 8-fache der Bauhöhe nicht unterschreitet und das Maß der Einbauhöhe des Transformators maximal 13 mm beträgt.

[0009] Ein wesentlicher Anteil an der Lösung besteht weiterhin darin, dass die vorhandenen Spulenkörper sämtlich entlang ihrer Längsachsen koinzident axial ausgerichtet sind und unter Einhaltung vordefinierter Drehstellungen um die Längsachse vorzugsweise mittels einheitlicher Clip-Verbindungs-Vorrichtungen aneinandergeschaltet sind.

Figurenbeschreibung

[0010] Die Erfindung wird im Einzelnen anhand der Zeichnungen erläutert.

[0011] Es zeigt:

[0012] Fig. 1 eine schematische Aufsicht auf einen erfindungsgemäßen Transformator

[0013] Fig. 2 eine schematische perspektivische anteilige Ansicht

[0014] Fig. 3 eine perspektivische Komplettansicht

[0015] Fig. 4 eine schematische Ansicht zur erfindungsgemäßen Anordnung und Verfahren betreffend die mechanische Konkatenation von Transformatorspulen

[0016] Fig. 5 ein Zeigerdiagramm zur Veranschaulichung der komplexwertigen Strom-/Spannungsverhältnisse

[0017] Ein erfindungsgemäßer Transformator mit den geforderten Gebrauchseigenschaften besteht, wie in Fig. 1 in schematischer Form ausgewiesen, aus Transformator kern und Transformatorspulen.

[0018] Die Transformatorspulen bestehen erfindungsgemäß aus mindestens drei einzelnen Spulen **10**, **20** und **30**. Diese sind axial fluchtend angeordnet und erzeugen somit die ausgesprochen lange Bauform des Transformators.

[0019] Bei Bedarf wird ein Transformator gemäß der Erfindung mit weiteren axial fluchtend angeordneten Spulen bestückt.

[0020] Die zentralsymmetrisch angeordnete Spule **20** wird bevorzugt als Primärspule verwendet, während Spulen **10** und **30** bevorzugt als Sekundärspulen in Funktion treten. Bevorzugt werden Spulen **10** und **30** elektrisch seriell zusammengeschaltet und erzeugen in Kombination eine gewünschte Sekundärspannung sowie eine Streuinduktivität.

[0021] Die Zuführung der Primärspannung erfolgt über die Anschlusskontakte **21**, **22** während der Abgriff der bevorzugt einzigen Sekundärspannung z.B. über die Anschlusskontakte **11** und **32** stattfindet, wobei die Anschlusskontakte **12** und **31** dann elektrisch verbunden sind (nicht gezeigt) und die Einzel-Sekundärspannungen von Spulen **10** und **30** somit phasenrichtig addiert werden.

[0022] Wesentlicher Aspekt der Erfindung ist ferner die Verwendung völlig einheitlicher Spulenkörper, welche dann allerdings je nach Bedarf mit unterschiedlichen Wicklungen aus lackisoliertem Draht versehen sind.

[0023] Durch die Anordnung und Beabstandung der drei vorgesehenen Spulen wird ein im Vergleich zu herkömmlichen Transformatoren ein erhöhter Streufluss erzeugt, wodurch die gewünschten Gebrauchseigenschaften der Erfindung überhaupt erst zustan-

de kommen, nämlich geringstmögliche Körper- und Luftschallabgabe und definierte Erzeugung einer erhöhten Ausgangsspannung bei vorgesehener elektrischer Belastung.

[0024] Auch durch die Formgebung des Transformator kerns **40** mit extrem langgestreckten ED-Blechteilen mit relativ breitem Querjoch wird der Streufluss in erfindungsgemäß gewünschter Weise erhöht, ohne dass hinsichtlich angestrebtem Gesamtwirkungsgrad und Leerlaufstrom besondere Nachteile entstehen.

[0025] Wie ersichtlich, wird gemäß der Erfindung eine Transformatorlänge bevorzugt, die mehr als das vierfache, bevorzugt mehr als das fünffache der Transformatorbreite beträgt. Gleichzeitig kann auf diese Weise eine Transformatorhöhe bereitgestellt werden, welche lediglich weniger als ein Sechstel, bevorzugt weniger als ein Achtel der Transformatorlänge beträgt. Im Ergebnis wird ein für seine Leistungsklasse im Watt-Bereich besonders flach bauender Transformator mit besonders geringen Herstellkosten bereitgestellt.

[0026] Die geforderten elektrischen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Transformators werden kostengünstig auch dadurch realisiert, dass lediglich handelsübliche preiswerte Transformator-Blech-Materialien zum Einsatz kommen, also in kaltgewalzter oder kornorientierter Ausführung. Eine Verwendung von Spezialmaterialien wie Ferrit, hochnickelhaltiger oder amorpher Metalle ist demnach nicht erforderlich.

[0027] Zur besseren Visualisierung zeigt Fig. 2 einen mit Fig. 1 vergleichbaren erfindungsgemäßen Transformator in schematischperspektivischer Ansicht, allerdings teilbestückt d.h. ohne Primärspule **20**.

[0028] Es ist ersichtlich, dass sowohl das eisenbedingte Flusspfadvolumen als auch die Anordnung der vorhandenen Spulen in vergleichsweise stark gestreckter Form vorliegen und diese Anordnung sich somit stark von typischen Formgebungen des allgemeinen Transformatorbaues für kleine und mittlere Leistungen unterscheidet.

[0029] Es versteht sich, dass die Anschlusskontakte **11**, **12** etc. bei Bedarf mit Kontaktstiften, Lötösen oder anderen Anschlussmitteln versehen werden können.

[0030] Zum Schutz einer solchen Anordnung gegen mechanische oder klimatische Einflüsse wird diese in eine Kapsel oder Schale aus geeignetem Kunststoff eingelegt und bei Bedarf mit einer Vergussmasse umhüllt. Die vorteilhaften Dimensionsverhältnisse der Erfindung bleiben dabei im Wesentlichen erhalten und ergeben einen leistungsfähigen klimasicheren und fast geräuschlosen Transformator von extrem schlanker Bauweise.

[0031] Weiterhin wird in **Fig. 2** gezeigt, dass der Transformator Kern **40, 41** mit Vorteil aus Blechen des ED-Schnittes gefertigt ist. Die Bleche werden, auch aus akustischen Gründen, mit Nieten geeigneter Bauform, oder mit einer Verklebung, oder mit einer passenden formschlüssigen Verbindung zusammengehalten. Das Querjoch der genannten Bleche des Transformator Kerns ist relativ breit gehalten, und zwar ca. doppelt so breit wie eine Schenkelbreite.

[0032] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung (engl.: best mode of invention) wird in **Fig. 3** dargestellt. Die gezeigten Spulenkörper (**10'**, **20'**, **30'**) gestatten einen besonders kompakten und effizienten Aufbau. Ein spezieller Aspekt der Erfindung bezieht sich auf die gezeigte Anordnung und Ausrichtung der stiftförmigen Kontaktanschlüsse **11, 12** etc. Diese weisen zur Raumerparnis abwechselnd zur linken bzw. zur rechten Seite; dennoch sind die Spulenkörper einheitlich und von identischer Gestalt.

[0033] Die modulartige Anordnung von Spulen in einem gemäß der Erfindung gestalteten Transformator ist besonders automationsgerecht und bewirkt in einer weiter optimierten Ausführungsform der Erfindung noch günstigere Herstellkosten. Dies geschieht dadurch, dass einzelne Spulen in axialer Richtung mit jeweils einer zugehörigen Clip-Verbindungs-Vorrichtung aneinandergereiht und zu einem einstückigen Spulensatz zusammengefügt werden. Dabei ist es gleichgültig, ob eine lösbare oder eine unlösbare Verbindung der Spulen zum einstückigen Spulensatz angestrebt wird oder nicht.

[0034] Das Prinzip der axial gerichteten Verbindung von Transformatorspulen wird in **Fig. 4** gezeigt. Jede der schematisch gezeigten Spulen **110, 120,**, **150** mit elektrischen Anschlusselementen **111, 112** usw. besitzt eine oder mehrere Clip- oder Verrastungs-Vorrichtungen **115, 116** für eine formschlüssige Verbindung. Die Clip- oder Verrastungsvorrichtungen können in verschiedenartigster Formgebung, zum Beispiel nach Art von Nut und Feder, ausgeführt werden und sind in **Fig. 4** lediglich schematisch und in einfachster Form zur Andeutung des Prinzips dargestellt.

[0035] Aus **Fig. 5** ergibt sich, dass auch dieser Transformator gut geeignet ist, an kapazitiven Lasten eine höhere Betriebsspannung zu erzielen, als dies in grundlegender bekannter Weise durch das Windungszahlenverhältnis von Sekundär- und Primärspulen vorgegeben wird. – Zeigergrößen mit dem Index **21** beziehen sich auf einen induktiven Lastfall, während Zeigergrößen mit dem Index **22** sich auf einen kapazitiven Lastfall beziehen.

[0036] An einer induktiven Last mit vergleichbar großem komplexwertigem Widerstand wird lediglich ei-

ne sekundäre Wechselspannung mit der Größe des Zeigers **U21** erzeugt. Im Falle einer kapazitiven Last liegt eine sekundäre Wechselspannung von der Größe des Zeigers **U22** an. Dieser ist aufgrund der kapazitiv und streuflussbedingten vektoriellen Größe $I_{22} \cdot (R + jX_s)$ in jedem Falle größer als Zeiger **U21**. (jX_s bezeichnet die Streufluss-Impedanz bei induktiver bzw. kapazitiver Last). Die Erfindung eignet sich also weniger gut für induktive Bauteile, die mit einer relativ hohen Nennspannung betrieben werden sollen. Dementsprechend kann der erfindungsgemäße Transformator bei Bedarf und durch Wahl einer geeigneten Frequenz der Primärspannung auch in Nähe der elektrischen Resonanz betrieben werden. Das heißt, es können vorgesehene kapazitive Lasten trotz der kleinen Bauform des Transformators mit relativ hohen Betriebsspannungen versorgt werden, so dass Wirkstromverluste weniger ins Gewicht fallen und ein guter Gesamtwirkungsgrad der betreffenden elektrischen Schaltung erreicht werden kann. Die genannten erfindungsgemäßen Konstruktionsmerkmale und Dimensionen des Transformators sind besonders geeignet, eine kapazitive Last von einigen hundert Nano-Farad oder mehr zu bestromen.

[0037] Durch die vorbeschriebene sorgfältige Abstimmung der mechanischen, elektrischen und magnetischen Größen aufeinander entwickelt der erfindungsgemäße Transformator an jedem Punkt der Oberfläche nur geringe Schallbeschleunigungen. Bezogen auf die Betriebsfrequenz beträgt die Summe der Oberwellen der Schallbeschleunigungen im Frequenzbereich bis 1000 Hz weniger als $0,40 \text{ m/sec}^{**2}$. Die genannten Maßnahmen bewirken auch, dass der primärseitige Strom bei Leerlauf wesentlich (mindestens 70%) kleiner ist als im geringsten bestimmungsgemäßen Lastfall. Ein bevorzugter bestimmungsgemäßer Lastfall besteht darin, dass eine im wesentlichen kapazitive Last angesteuert wird, insbesondere eine Last in Form einer elektrochromen Abschattungsvorrichtung.

Bezugszeichenliste

10	Spule, Sekundärspule
10'	Spulenkörper
11, 12	Anschlusskontakt, Wicklungsanschluss
20	Spule, Primärspule
20'	Spulenkörper
21, 22	Anschlusskontakt, Wicklungsanschluss
30	Spule, Sekundärspule
30'	Spulenkörper
31, 32	Anschlusskontakt, Wicklungsanschluss
40, 41	Transformator-Kern
110	Spule
111	Anschlusselement
112	Anschlusselement

115	Clip- oder Verrastungs-
	Vorrichtung, Feder
116	Clip- oder Verrastungs-
	Vorrichtung, Nut
120,, 150	Spulen

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 1119732 [0002]
- CN 201163564 Y [0004]
- US 7218198 [0005]

Schutzansprüche

1. Elektrischer Transformator für den Betrieb im erweiterten Temperaturbereich zwischen -40 °C und $+130\text{ °C}$, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Transformatorwicklungen als linear aufeinanderfolgende, fluchtende Spulen auf drei Kammern verteilt sind, dabei eine einzige zentralsymmetrisch angeordnete Primärspule (**20**) sowie zwei weitere, als Sekundärwicklung zusammengeschnittene Spulen (**10**, **30**) in aneinandergeschalteter Bauweise aufweisen; die Bauhöhe des Transformators das 8-fache der Bauhöhe nicht unterschreitet und das Maß der Einbauhöhe des Transformators maximal 13 mm beträgt.

2. Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch Abstimmung der mechanischen, elektrischen und magnetischen Größen aufeinander die Schallbeschleunigung an jedem Punkt der Oberfläche des Transformators limitiert ist, die Summe aller auf die Betriebsfrequenz bezogenen Oberwellen im Frequenzbereich bis 1000 Hz einen Wert von $0,40\text{ m/sec}^2$ nicht überschreitet und eine Körperschall-Abstrahlung fast vollständig unterdrückt ist.

3. Transformator nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der primärseitige Strom bei Leerlauf wesentlich (mindestens 70%) kleiner ist als im geringsten bestimmungsgemäßen Lastfall.

4. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorhandenen Spulenkörper (**10'**, **20'**, **30'**) sämtlich entlang ihrer Längsachsen koinzident axial ausgerichtet und unter Einhaltung vordefinierter Drehstellungen um die Längsachse mittels einheitlicher Clip-Verbindungs-Vorrichtungen (**115**, **116**) aneinandergeschaltet sind.

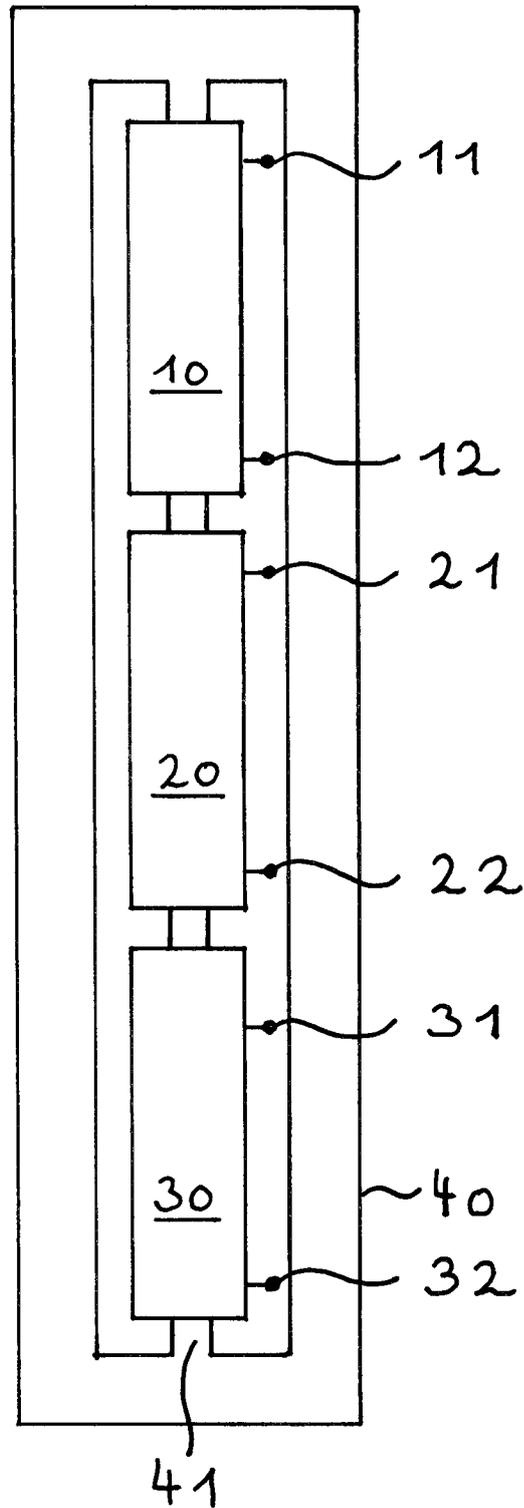
5. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ferromagnetische Transformator Kern (**40**, **41**) lediglich aus kornorientiertem oder kaltgewalztem Transformatorblech besteht.

6. Kombination eines Transformators nach einem der vorhergehenden Ansprüche und einer ausgangsseitig zugeschalteten im Wesentlichen kapazitiven Last.

7. Kombination eines Transformators nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und einer ausgangsseitig zugeschalteten elektronischen, bevorzugt elektrochromen Abschattungsvorrichtung.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

FIG. 1



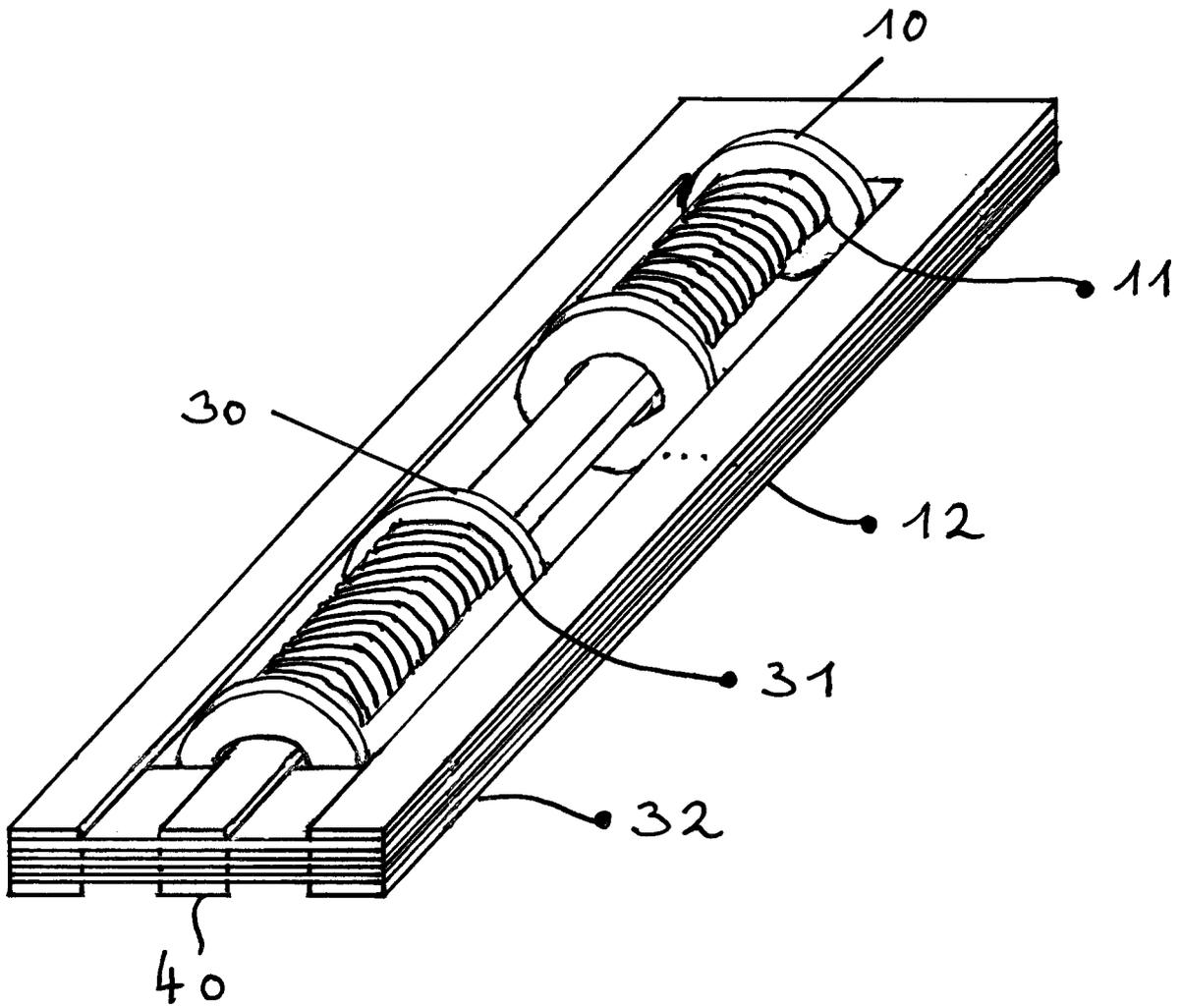


FIG. 2

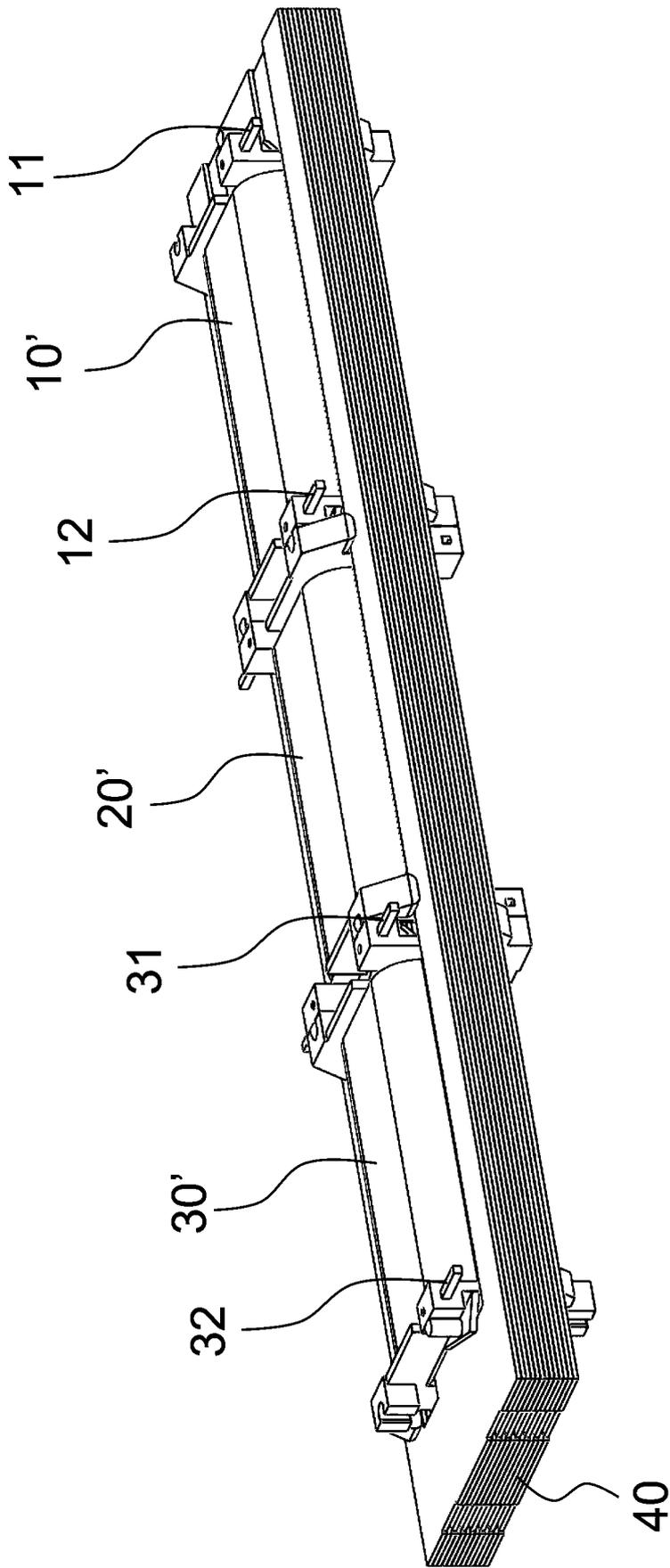


FIG. 3

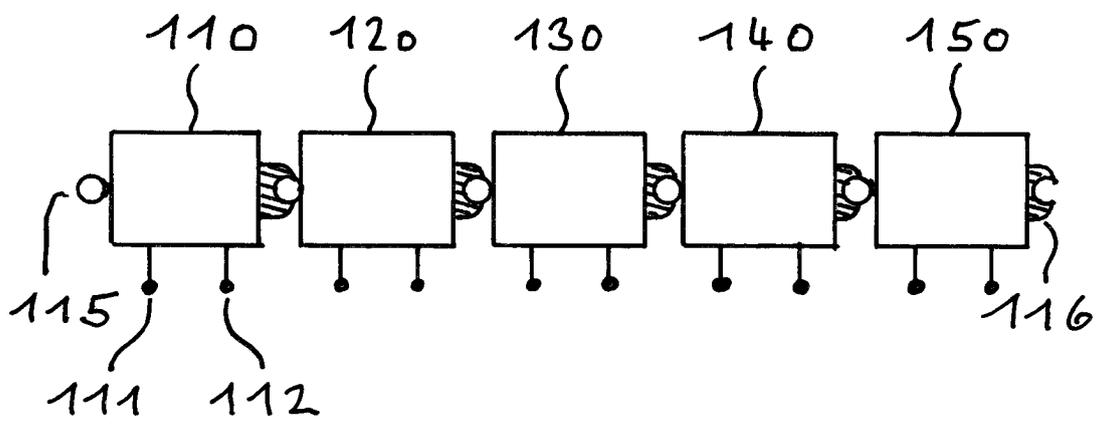


FIG. 4

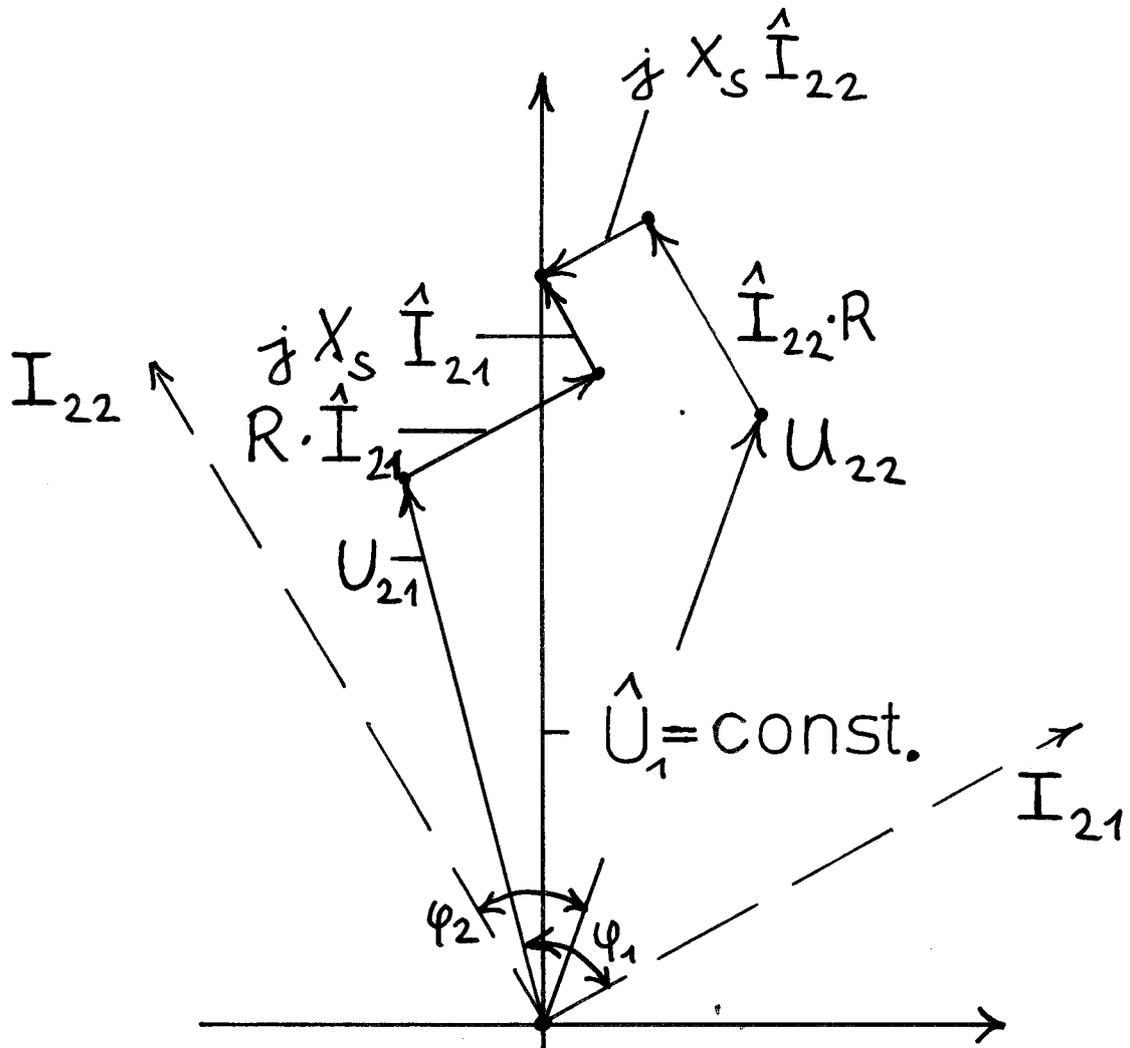


FIG. 5