



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 15 593 T2** 2007.02.01

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 284 487 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 15 593.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 102 123.3**

(96) Europäischer Anmeldetag: **12.08.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.02.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **25.10.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **01.02.2007**

(51) Int Cl.⁸: **H01F 27/36** (2006.01)
H01F 38/14 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

928775 13.08.2001 US

(73) Patentinhaber:

Bose Corp., Framingham, Mass., US

(74) Vertreter:

Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

Gu, Wenjian, Hopkinton, MA 01748, US; Parker, Robert, Oakton, VA 22124, US; Sozanski, James A., Bolton, MA 01740, US

(54) Bezeichnung: **Transformator Abschirmung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf elektrische Transformatoren, insbesondere auf die Abschirmung von Transformatoren, um Störungen auf Grund von elektromagnetischer Strahlung zu reduzieren.

[0002] Es ist ein wesentliches Ziel der Erfindung, einen verbesserten elektrischen Transformator und eine Transformatorabschirmung bereitzustellen.

[0003] EP-A-02 91 093 umfaßt einen Transformator mit:
einem ersten Transformatorkernbereich mit ersten Wicklungen;
einer Abschirmung zum elektrischen Abschirmen des ersten Transformatorkernbereichs von dem zweiten Transformatorkernbereich, wobei die Abschirmung einen elektrisch leitenden Bereich an ihrer Oberfläche aufweist.

[0004] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist ein solcher Transformator dadurch gekennzeichnet, daß der elektrisch leitende Bereich mit einem elektrisch leitenden Bereich elektrisch verbunden ist, um kapazitive Verschiebungsströme zurück in ihre Quelle zu lenken.

[0005] Der Transformator ist vorzugsweise ein Bauteil einer schaltenden Schaltung, wie ein Verstärker oder eine Stromversorgung.

[0006] Der Transformator kann in einer Stromversorgung für eine elektronische Vorrichtung verwendet werden, wobei er umfaßt Eingangsanschlüsse zum Eingeben von elektrischem Strom aus dem Netz, einen Gleichrichter zum Gleichrichten des elektrischen Stroms aus dem Netz, um gleichgerichteten, elektrischen Strom zu produzieren, eine schaltende Schaltung zum Schalten des gleichgerichteten, elektrischen Stroms, um geschalteten, gleichgerichteten Strom zu produzieren, wobei der Transformator die Spannung verändert.

[0007] Der Transformator kann auch verwendet werden in einer elektronischen Vorrichtung mit einer Antenne für den Empfang von Hochfrequenzsignalen, einem Tuner zum Tunen der Hochfrequenzsignale und einer schaltenden Stromversorgung zum Erzeugen von elektrischem Strom für den Tuner. Die schaltende Stromversorgung umfaßt den Transformator.

[0008] Andere Merkmale, Ziele und Vorteile werden aus der nachfolgenden detaillierte Beschreibung deutlich werden, die sich auf die folgenden Zeichnungen bezieht, in denen:

[0009] [Fig. 1](#) eine isometrische Ansicht einer Transformatoranordnung ist, die die vorliegende Erfindung

einschließt;

[0010] [Fig. 2](#) eine isometrische Explosionsansicht der Transformatoranordnung aus [Fig. 1](#) ist;

[0011] [Fig. 3](#) eine erste erfindungsgemäße Ausführung der Transformatorabschirmung ist;

[0012] [Fig. 4](#) ein Querschnitt einer zweiten erfindungsgemäßen Ausführung eines Transformators ist;

[0013] [Fig. 5](#) eine dritte erfindungsgemäße Ausführung eines Transformators ist; und

[0014] [Fig. 6](#) ein Blockschaltbild einer elektronischen Vorrichtung ist, die die Erfindung enthält.

[0015] Unter Bezugnahme nun auf die Zeichnungen und genauer auf [Fig. 1](#) wird dort eine Transformatoranordnung gezeigt, die die Erfindung umfaßt. Die Transformatoranordnung **10** umfaßt einen Kern **12**, der aus zwei Abschnitten **12a** und **12b** besteht. Eine Primärwicklung **14** ist um einen ersten Kernbereich **12a** gewickelt und eine Sekundärwicklung **16** ist um einen zweiten Kernbereich **12b** gewickelt. Eine elektrostatische Abschirmung **22** isoliert elektrisch die Primärwicklung **14** von der Sekundärwicklung **16** und isoliert ebenso elektrisch den ersten Kernbereich **12a** von dem zweiten Kernbereich **12b**. Die elektrostatische Abschirmung **22** wird später vollständiger erörtert werden. Ein Kunststoffspulenkörper **24** kann bereitgestellt werden, um so die Kernbereiche **12a** und **12b** an Ort und Stelle zu halten, um die Anordnung der Primär- und der Sekundärwicklung zu ermöglichen, um Verbindungsstifte für elektrische Verbindungen zu anderen Vorrichtungen bereitzustellen und um eine mechanische Unterstützung für die Kernbereiche **12a** und **12b** bereitzustellen.

[0016] Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 2](#) wird dort eine Explosionsdarstellung der Transformatoranordnung aus [Fig. 1](#) gezeigt. Der erste Kernbereich **12a** und der zweite Kernbereich **12b** sind beide E-förmig und inverse E-förmige Blöcke aus einer Substanz, wie Ferrit, das eine hohe magnetische Permeabilität aufweist. Andere Formen für die Kernbereiche schließen "C"- und inverse "C"-Formen, Halbringe und viele andere ein. Die elektrostatische Abschirmung **22** ist so geformt und positioniert, daß sie zwischen dem ersten Kernbereich und dem zweiten Kernbereich liegt und kann darüber hinaus so positioniert werden, daß sie zwischen der Primärwicklung und der Sekundärwicklung liegt.

[0017] Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) wird dort eine Ausführung einer elektrostatischen Abschirmung **22** gezeigt. Die elektrostatische Abschirmung **22** umfaßt ein Substrat **26** aus gedrucktem Leiterplattenmaterial. An einer Oberfläche (hiernach die leiten-

de Oberfläche) des Substrats **26** befindet sich eine Struktur **28** aus einem elektrisch leitenden Material, wie Kupfer, in einer kammartigen Struktur, die aus parallelen Bahnen **29** aus Kupfer besteht, die an einem Ende über eine Verbindungsbahn **32** elektrisch verbunden sind. Ein Ableitungselektrodenkabel **30** (oder irgendeine andere elektrisch leitende Komponente) ist elektrisch mit der Verbindungsbahn **32** der Struktur aus elektrisch leitendem Material verbunden und ist mit einem Schaltkreisbereich verbindbar, der kapazitive Verschiebungsströme zu deren Quelle leitet. Zusätzlich zu kammartigen Strukturen, können auch andere Strukturen aus leitendem Material verwendet werden. Eine wünschenswerte Eigenschaft der Strukturen ist, daß sie großflächige Kreisläufe vermeiden, die signifikante, elektrische Wirbelströme leiten, die das Magnetfeld des Kerns **12** beeinträchtigen könnten. In einem Ausführungsbeispiel der Ausführung aus [Fig. 3](#) ist das Substrat **26** 0,2 mm stark und 44,7 mm breit. Dort befinden sich 148 parallele Kupferbahnen **29**, die 0,15 mm breit und um 0,15 mm voneinander beabstandet sind. Zur Übersichtlichkeit sind die Bahnen in [Fig. 3](#) nicht maßstabsgerecht gezeigt; die Anzahl von parallelen Bahnen und die Abmessungen der Bahnen sind so, wie zuvor beschrieben. In einem Ausführungsbeispiel ist die elektrostatische Abschirmung so positioniert, daß die leitende Oberfläche der Primärwicklung **14** und dem ersten Kernbereich **12a** gegenüberliegt. Die Ausführung aus [Fig. 3](#) kann so aufgebaut und angeordnet werden, daß die leitende Struktur **28** in elektrischem Kontakt mit dem ersten Kernbereich **12a** steht, so daß jegliche elektrische Ströme, die in dem ersten Kernbereich **12a** auftreten können, über das Ableitungselektrodenkabel **30** abgeleitet werden.

[0018] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) ist dort eine Querschnittsansicht entlang der Linie 4-4 aus [Fig. 2](#) von einer zweiten Ausführung der elektrostatischen Abschirmung **22** gezeigt. Eine dünne Schicht aus elektrisch isolierendem Material **34** (wie 0,2 mm starkes Polyester) ist mit einer dünnen leitenden Schicht **36** (wie Indiumzinnoxid) bedeckt. Die Stärke und die elektrischen Eigenschaften der leitenden Schicht sind so gewählt, daß die Oberflächenleitfähigkeit in etwa bei 20 Ohm pro Quadrat liegt und so, daß dort nur unwesentliche Wirbelströme in der leitenden Schicht auftreten, die einen unwesentlichen Einfluß auf das Magnetfeld des Kerns **12** haben. Die Abmessungen und elektrischen Eigenschaften der leitenden Schicht sind ferner so gewählt, daß sie eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit aufweisen, um kapazitive Verschiebungsströme zu einem Ableitungselektrodenkabel **30** zurückzuleiten, so daß die kapazitiven Verschiebungsströme in ihre Quelle zurückgeleitet werden können.

[0019] Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) wird dort eine dritte Ausführung der elektrostatischen Abschirmung **22** gezeigt. Die Abschirmung aus [Fig. 5](#) ist ein plat-

tenförmiges Element **37** aus im wesentlichen gleichmäßig leitenden Material mit einem Oberflächenwiderstand in dem Bereich von 10 bis 100 Ohm pro Quadrat. Die physikalischen und elektrischen Abmessungen des plattenförmigen Elements sind so gewählt, daß dort eine ausreichende Leitfähigkeit vorhanden ist, um kapazitive Verschiebungsströme zu dem Ableitungselektrodenkabel **30** zurückzuleiten und so, daß der Einfluß auf das Magnetfeld des Kerns **12** unwesentlich ist. Ein plattenförmiges Element aus kohlenstoffimprägniertem Polymer mit einer Stärke von 0,2 mm ist geeignet.

[0020] Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) wird dort ein Blockschaltbild einer elektronischen Vorrichtung gezeigt, die einen erfindungsgemäßen abgeschirmten Transformator umfaßt. Ein Audiosystem **40** umfaßt eine schaltende Stromversorgung **42**, die elektrischen Strom von einem Netzstecker **44** erhält, der mit einer externen elektrischen Stromquelle (wie Wechselstrom aus dem Netz) verbindbar ist. Die schaltende Stromversorgung **42** wandelt den Strom aus dem Netz in Strom für eine Audiosignalverstärkungs- und -wandlerschaltung **46** um. Die Audiosignalverstärkungs- und -wandlerschaltung **46** verstärkt die Audiosignale von dem Audiosignalprozessor **50** und wandelt sie in Schallwellen um. Der Audiosignalprozessor **50** verarbeitet die Audiosignale von mehreren Quellen, einschließlich eines AM/FM-Tuner **48**. Der AM/FM-Tuner **48** empfängt und stimmt das von der Antenne **52** empfangene Funk- bzw. Radiosignal ab.

[0021] Die schaltende Stromversorgung **42** umfaßt einen ersten Gleichrichter **54** und eine schaltende Schaltung **56**, an die der erfindungsgemäße Transformator **10** gekoppelt ist. Der Transformator **10** umfaßt eine elektrostatische Abschirmung **22**, die zwischen den zwei Kernbereichen **12a** und **12b** und zwischen der Primärwicklung **14** und Sekundärwicklung **16** positioniert ist, wobei die leitende Struktur (**28** aus [Fig. 3](#) oder **36** aus [Fig. 4](#)) der Primärwicklung **14** und dem ersten Kernbereich **12a** gegenüberliegt. Das Ableitungselektrodenkabel **30** verbindet die leitende Struktur (**28** aus [Fig. 3](#) oder **36** aus [Fig. 4](#)) der elektrostatischen Abschirmung **22** mit der schaltenden Schaltung **56**. Eine optionale zweite elektrostatische Abschirmung **22'** ist zwischen den Kernbereichen **12a** und **12b** und zwischen der Primärwicklung **14** und der Sekundärwicklung **16** positioniert, wobei die leitende Struktur oder Schicht (**28** aus [Fig. 3](#) oder **36** aus [Fig. 4](#)) der elektrostatischen Abschirmung **22'** der Sekundärwicklung **16** und dem zweiten Kernbereich **12b** gegenüberliegt. Ein Ableitungselektrodenkabel **30'** der elektrostatischen Abschirmung **22'** verbindet die leitende Struktur mit einer gemeinsamen Leitung **49** zur Sekundärwicklung **16**. Endanschlüsse der Sekundärwicklung **16** sind an einem zweiten Gleichrichter **58** gekoppelt, der an die Audiosignalverstärkungs- und -wandlerschaltung **46** gekoppelt

ist, die die Audiosignale, die sie von dem Audiosignalprozessor **50** erhalten hat, verstärkt und wandelt. Die schaltende Schaltung **56** kann die Spannung an den Sekundärwicklungen **16** mittels vieler Methoden, einschließlich einer Frequenzmodulation, Pulsmodulation oder einer Pulsweitenmodulation und anderen modulieren. Eine alternative Anordnung der Kombination der elektrostatischen Abschirmung **22** und der elektrostatischen Abschirmung **22'** ist ein einzelnes, elektrisch isolierendes Substrat von ausreichender Stärke mit einer ersten leitenden Struktur oder Schicht (**28** aus [Fig. 3](#) oder **36** aus [Fig. 4](#)) auf einer Oberfläche des Substrates, die dem ersten Kernbereich **12a** und der Primärwicklung **14** gegenüberliegt, und mit einer zweiten leitenden Struktur oder Schicht (**28** aus [Fig. 3](#) oder **36** aus [Fig. 4](#)) an einer zweiten Oberfläche des Substrates, die dem zweiten Kernbereich **12b** und der Sekundärwicklung **16** gegenüberliegt.

[0022] In Betrieb richtet der Gleichrichter **54** den Wechselstrom aus dem Netz zu Gleichstrom gleich. Die schaltende Schaltung **56** wandelt den Gleichstrom in elektrische Pulse um, die typischerweise eine signifikant höhere Frequenz als der Wechselstrom aus dem Netz haben. Der Transformator **10** wandelt die elektrischen Pulse in eine andere, typischerweise niedrigere Spannung um. Ein zweiter Gleichrichter **58** wandelt die Hochfrequenzausgabe des Transformators **10** in Gleichstrom einer geeigneten Spannung um, um die Audiosignalverstärkungs- und -wandlerschaltung **46** mit Strom zu versorgen. Die Audiosignalverstärkungs- und -wandlerschaltung **46** verstärkt und wandelt Audiosignale um, die sie von dem Audiosignalprozessor **50** empfangen hat. Der Spannungspegel an den Ausgangsanschlüssen des Gleichrichters **58** wird durch die schaltende Schaltung **56** moduliert. Eine Modulation kann durch viele Methoden, einschließlich einer Frequenzmodulation, einer Pulsmodulation oder einer Pulsweitenmodulation und anderer durchgeführt werden. Die erste elektrostatische Abschirmung **22** und die zweite elektrostatische Abschirmung **22'** schirmen ab und leiten jedwede kapazitive Verschiebungsströme zurück in die Quelle der elektrischen Ströme und minimieren dadurch eine elektromagnetische Abstrahlung der Transformatoranordnung **10**.

[0023] Eine erfindungsgemäße elektronische Vorrichtung ist vorteilhaft, da die kapazitiven Verschiebungsladungen zwischen beiden Wicklungen und zwischen den Kernhälften signifikant gedämpft werden. Dort besteht daher ein geringerer Bedarf nach einer Filterung von elektromagnetischen Störungen von einer Stromleitung und von Ausgangskabeln. Zusätzlich besteht ein geringerer Bedarf an einer Abschirmung vor elektromagnetischen Störungen der Vorrichtung gegenüber nahe stehender elektronischer Geräte oder Bauteile elektronischer Geräte, da eine Vorrichtung, die die Erfindung umfaßt, weniger

elektromagnetische Störungen erzeugt. Die Abschirmung kann kostengünstig hergestellt werden und leicht in den Transformator integriert werden. Ein Transformator, der die Abschirmung umfaßt, benötigt weniger der teureren Abschirmungsvorrichtungen vor elektromagnetischen Störungen, die schwieriger anzuordnen sind und andere Funktionen beeinträchtigen können, wie das Verhindern einer Transformatorüberhitzung.

[0024] In Transformatoren, die mehr als zwei Kernbereiche aufweisen, können mehrere Abschirmungen zum Abschirmen eines Kernbereichs von zwei oder mehr anderen Kernbereichen eingesetzt werden.

[0025] Eine erfindungsgemäße Transformatorabschirmung verhindert kapazitive Verschiebungsströme, die zwischen den Kernbereichen des Transformators fließen, ohne die magnetischen Eigenschaften der Kernbereiche wesentlich zu beeinflussen. Ein Transformator, der die Erfindung umfaßt, kann wesentlich geringere Abstrahlungen auf Grund von elektromagnetischen Störungen als ein konventioneller Transformator aufweisen.

[0026] Es ist offensichtlich, daß Fachleute nun zahlreichen Nutzen daraus ziehen können und sich von der speziellen Vorrichtung und den Techniken entfernen können, die hierin offenbart sind, ohne die erfinderischen Konzepte zu verlassen. Konsequenterweise ist die Erfindung so auszulegen, daß sie jedes neue Merkmal und jede neue Kombination der Merkmale, die hier offenbart sind, umfaßt und nur durch die nachfolgenden Ansprüche beschränkt wird.

Patentansprüche

1. Transformator (**10**) mit:
 einem ersten Transformatorkernbereich (**12a**) mit ersten Wicklungen (**14**);
 einem zweiten Transformatorkernbereich (**12b**) mit zweiten Wicklungen (**16**);
 einer Abschirmung (**22**) zum elektrischen Abschirmen des ersten Transformatorkernbereichs von dem zweiten Transformatorkernbereich, wobei die Abschirmung einen elektrisch leitenden Bereich (**28**, **36**) an ihrer Oberfläche aufweist; **dadurch gekennzeichnet**, daß
 der elektrisch leitende Bereich (**28**, **36**) mit einem elektrisch leitenden Bereich (**30**) elektrisch verbunden ist, um kapazitive Verschiebungsströme zurück in ihre Quelle zu leiten.

2. Transformator (**10**) nach Anspruch 1, wobei die Abschirmungsvorrichtung ein elektrisch isolierendes Substrat (**26**) und eine Struktur (**28**) eines elektrisch leitenden Materials umfaßt, die auf dem Substrat angeordnet ist.

3. Transformator (10) nach Anspruch 2, wobei die Struktur (28) umfaßt:

mehrere, parallele Bahnen (29) aus dem elektrisch leitenden Material; und eine Verbindungsbahn (32) aus dem leitenden Material, die die mehreren, parallelen Bahnen miteinander verbindet, wobei der elektrisch leitende Bereich (30) elektrisch mit der Verbindungsbahn gekoppelt ist.

4. Transformator (10) nach Anspruch 2, wobei die Abschirmungsvorrichtung (22) so angeordnet ist, daß die Struktur der ersten Wicklung gegenüberliegt.

5. Transformator (10) nach Anspruch 1, wobei die Abschirmungsvorrichtung (22) ein plattenförmiges Element (37) aus einem Material mit einem elektrischen Widerstand in dem Bereich von 10 bis 100 Ohm pro Quadrat umfaßt.

6. Transformator (10) nach Anspruch 5, wobei die Abschirmungsvorrichtung (22) ein kohlenstoffimprägniertes Polymer umfaßt.

7. Transformator (10) nach Anspruch 1, wobei die Abschirmungsvorrichtung (22) ein elektrisch isolierendes Substrat (26, 34) und eine leitende Beschichtung (28, 36) umfaßt, die einen elektrischen Oberflächenwiderstand in dem Bereich von 10 bis 100 Ohm pro Quadrat aufweist.

8. Transformator (10) nach Anspruch 7, wobei die leitende Beschichtung (36) Indiumzinnoxid umfaßt.

9. Transformator (10) nach Anspruch 1, wobei die Abschirmungsvorrichtung (22) umfaßt:

eine erste und eine zweite Oberfläche mit einem leitenden Material (28, 36), das an der ersten Oberfläche angeordnet ist, wobei die Abschirmungsvorrichtung so positioniert ist, daß die erste Oberfläche der ersten Wicklung (14) gegenüberliegt.

10. Transformator (10) nach Anspruch 9, wobei das leitende Material (28, 36) in elektrischem Kontakt mit dem ersten Kernbereich (12a) steht.

11. Transformator (10) nach Anspruch 9, ferner mit:

einer zweiten Abschirmungsvorrichtung (22') mit einer ersten und einer zweiten Oberfläche mit einem leitenden Material, das an der zweiten Oberfläche angeordnet ist, wobei die zweite Abschirmungsvorrichtung (22') so positioniert ist, daß die zweite Oberfläche der zweiten Abschirmungsvorrichtung dem zweiten Kernbereich (12b) gegenüberliegt.

12. Transformator (10) nach Anspruch 1, ferner mit einem dritten Kernbereich und einer zweiten Abschirmungsvorrichtung, die so aufgebaut und ange-

ordnet ist, um den ersten Kernbereich von dem dritten Kernbereich elektrisch abzuschirmen.

13. Elektrische Stromversorgung (42) mit: einem Transformator (10) nach einem der Ansprüche 1–12;

einer elektrischen Energiequelle (44); und einer schaltenden Schaltung (56), die an die elektrische Energiequelle gekoppelt ist, wobei die schaltende Schaltung mit dem Transformator gekoppelt ist.

14. Stromversorgung (42) nach Anspruch 13, ferner mit:

Eingangsanschlüssen (44) zum Eingeben von elektrischem Strom aus dem Netz, der durch eine elektrische Spannung gekennzeichnet ist;

einem Gleichrichter (54), der zum Gleichrichten des elektrischen Stroms aufgebaut und angeordnet ist, um gleichgerichteten, elektrischen Strom zu erzeugen; und

einer schaltenden Schaltung (56), die zum Schalten des gleichgerichteten, elektrischen Stroms aufgebaut und angeordnet ist, um geschalteten, gleichgerichteten, elektrischen Strom für den Transformator zu erzeugen, wobei die Vorrichtung zum Betrieb als Stromversorgung aufgebaut und angeordnet ist.

15. Stromversorgung (42) nach Anspruch 14, ferner mit:

einer Antenne (52); und einem Tuner (48), der mit der Antenne gekoppelt ist, wobei die elektrische Stromversorgung (42) so aufgebaut und angeordnet ist, um den Tuner mit Strom versorgen.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

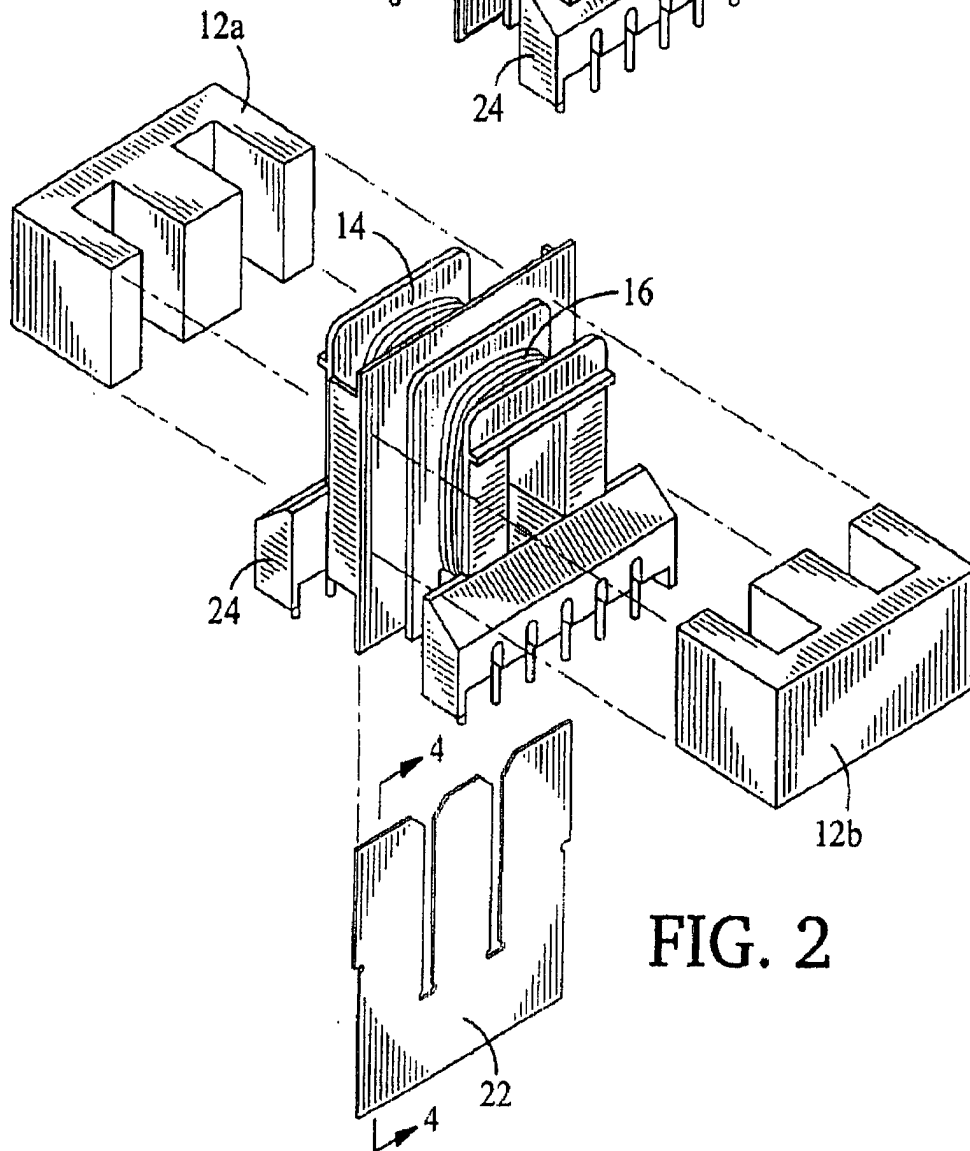
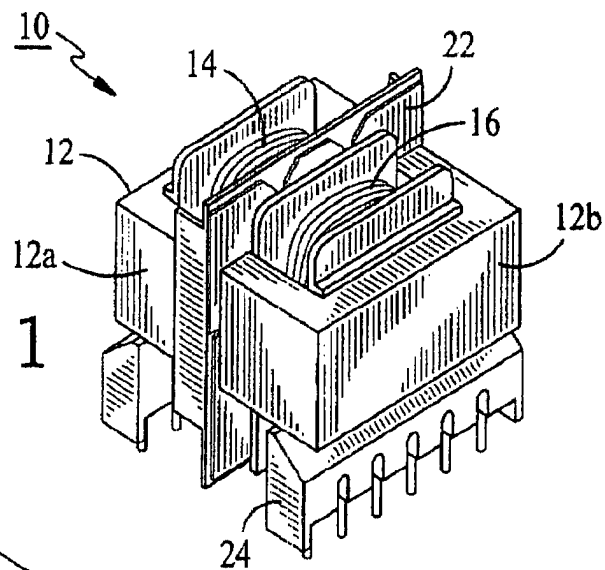


FIG. 2

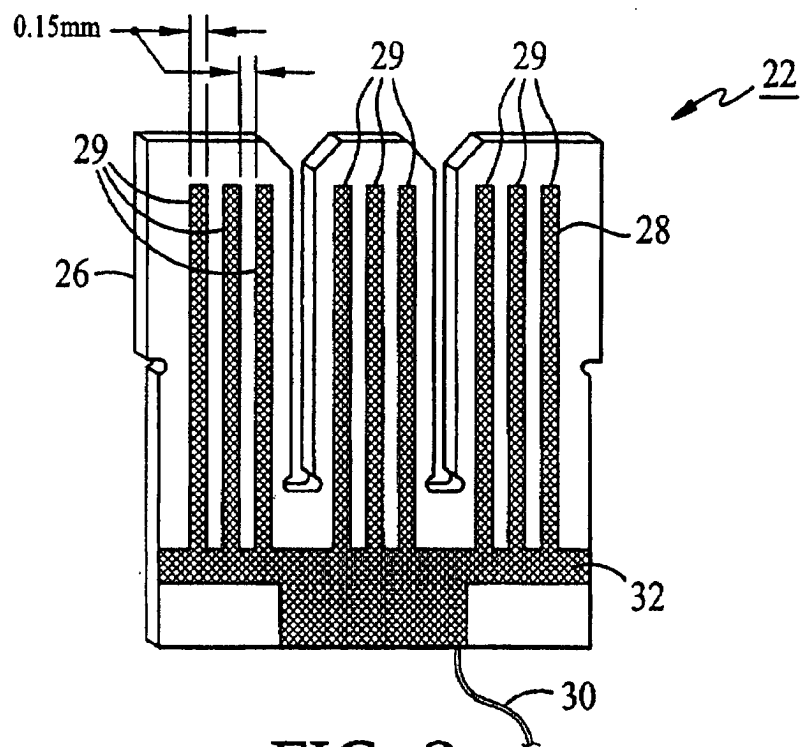


FIG. 3

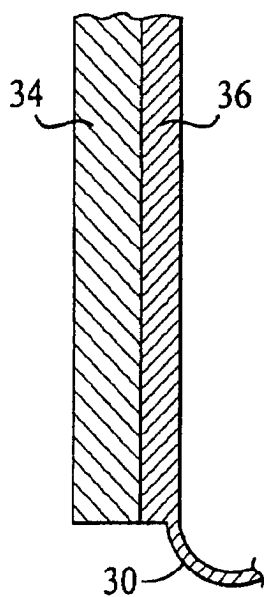


FIG. 4

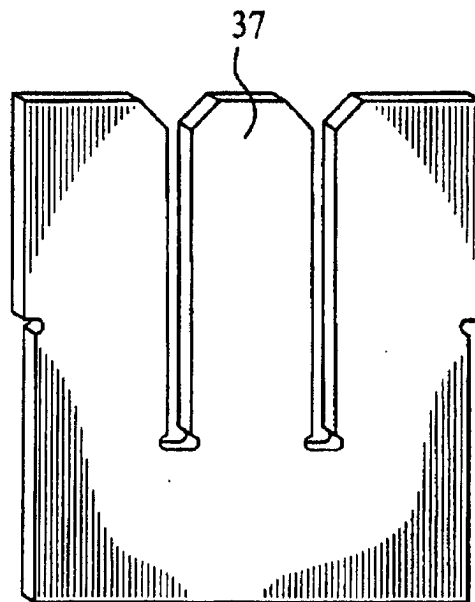


FIG. 5

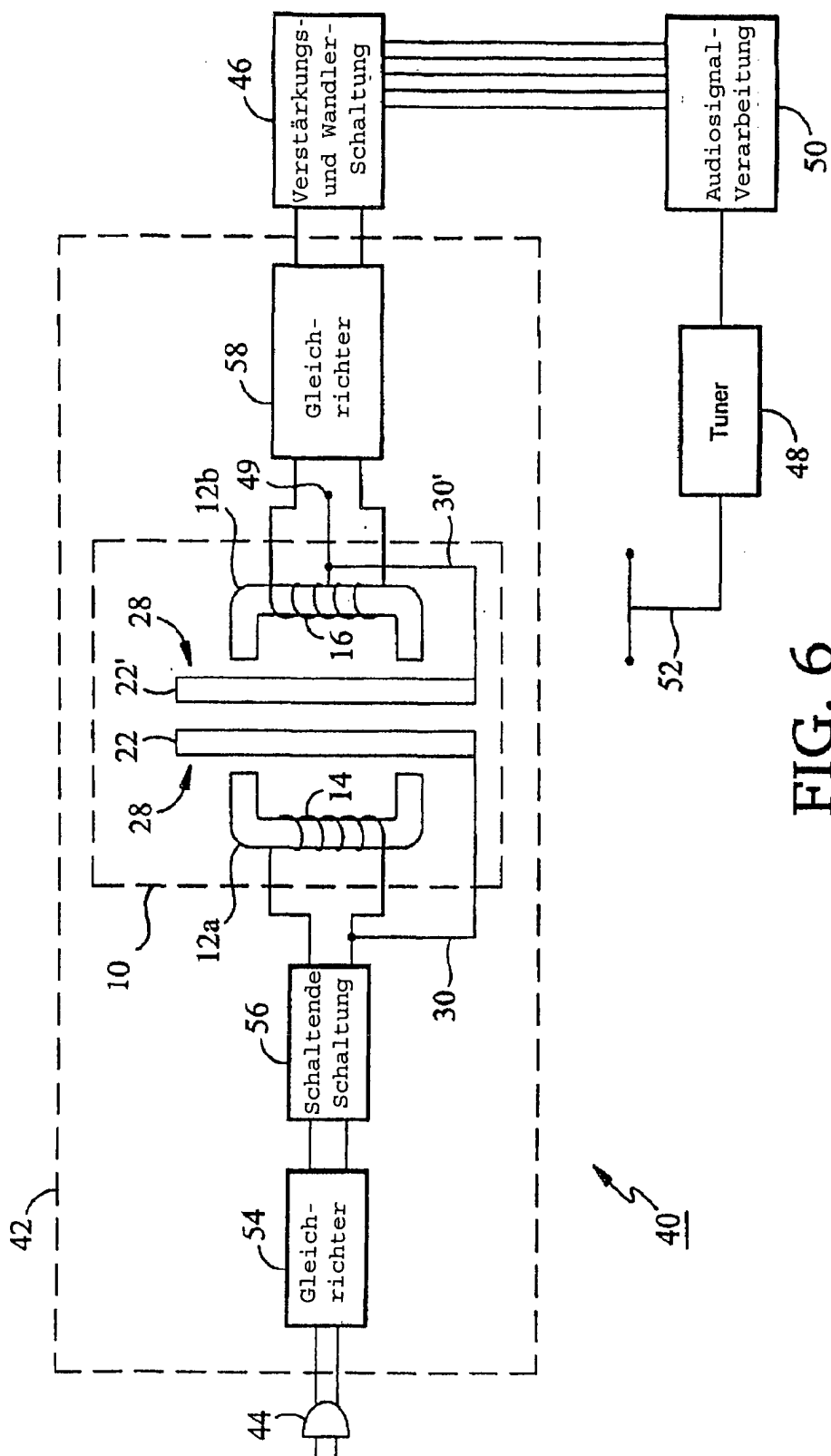


FIG. 6