(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 12 825 T2** 2004.03.04

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 907 122 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 12 825.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 307 075.6**
(96) Europäischer Anmeldetag: **03.09.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.04.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **02.04.2003**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.03.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G06F 1/16**
H04R 5/02

(30) Unionspriorität:
938264 **26.09.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Hewlett-Packard Co. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US

(72) Erfinder:
Muranami, Masahiko, San Jose, US; Hickman, Scott N., Corvallis, US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(54) Bezeichnung: **Netzteil mit einem Lautsprecher für ein elektronisches Gerät**

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

Hintergrund der Erfindung

[0001] Elektronikvorrichtungen, wie z. B. Notebook-Computer, werden heute entworfen, um mit Multimediamerkmalen, wie z. B. denjenigen, die in Desktop-Einheiten zu finden sind, zu funktionieren. Damit der Benutzer ein so angenehmes Erlebnis wie mit Desktop-Geräten hat, sollte der Ton, der von dem Notebook ausgeht, einen ebenso vollständigen harmonischen Inhalt wie der ursprüngliche Ton liefern. Die meisten gegenwärtigen Notebooks sind darauf beschränkt, über keine Frequenzen, die unterhalb von 150 Hz erzeugt werden, zu verfügen. Da die meiste Verbraucheraudioausrüstung einen Frequenzbereich von 20 Hz bis 20 kHz unterstützt, ist die gesamte Fülle des Tons, die der Benutzer erwartet, in Notebook-Computern einfach nicht vorhanden.
[0002] Notebook-Computer sind aufgrund mehrerer Faktoren beim Erzeugen dieses Niederfrequenzinhalts eingeschränkt. Der erste Faktor ist der, daß die Raumeinschränkung in dem Produkt einschränkt, wie groß ein Lautsprecher sein kann, der verwendet wird, um den Ton wiederzugeben. Ein zweiter verwandter Faktor ist der, daß niedrigere Frequenzen eine große Luftmasse bewegen müssen, um gehört zu werden, und es nur ein kleines geeignetes Volumen gibt, in dem die Luftkammer aufgebaut sein kann, die ein Lautsprecher benötigt. Ein dritter Faktor besteht darin, daß aufgrund des schwachen Ansprechens des menschlichen Gehörs auf Niederfrequenzsignale mehr Leistung benötigt wird, um ein Signal mit niedrigerer Frequenz mit einer verglichen mit einem Signal von mehr als 150 Hz äquivalenten Lautstärke zu erzeugen. Mehr Leistung reduziert die Batterielebensdauer des Notebook-Computers oder erfordert die Implementierung eines teuereren Schaltungsaufbaus als bei gegenwärtigen Entwürfen.
[0003] Kleinelektronikvorrichtungshersteller, wie z. B. Hersteller von Notebook-Computern oder Erzeuger von kleinen Handfernsehern, können weiterhin keinen angemessen vollen, satten harmonischen Ton in ihren Produkten schaffen.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Ein Leistungsadapter für eine Elektronikvorrichtung, wie z. B. einen Notebook-Computer, umfaßt einen Lautsprecher zur Erzeugung von niedrigen Audiofrequenzen, wie z. B. unter 150 Hz. Der Lautsprecher kann in einer Vielzahl von Anordnungen befestigt sein, d. h. einer Kompaktbox-, Baßreflex- oder einer komplizierteren Form, die eine Resonanz (Pole und Nullen) zu den akustischen Filterungseigenschaften des Gehäuses hinzufügt. Eine exemplarische Baßreflexbefestigung umfaßt einen Treiber mit einer Resonanz bei 140 Hz, eine Kammergröße von 7,74 Kubikzoll (in^3) und ein Tor, das durch Thiele-Small-Gleichungen bestimmt ist. Dies ergibt eine Niederfrequenzantwort beginnend bei 70 Hz. Diese Niederfrequenzkomponente wird in freiem Raum mit den höherfrequenten Komponenten kombiniert, die von dem oder den internen Lautsprechern der tragbaren Elektronikvorrichtung ausgehen. Die Audiosignalverbindung kann hergestellt werden, wenn der Wechselstromadapter mit dem Notebook-Computer unter Verwendung zweier zusätzlicher Drähte in dem Leistungskabel verbunden ist. Da Benutzer allgemein ihre Wechselstromadapter mit sich tragen, können sie einen vollen harmonischen Ton genießen, ohne extra etwas mit sich zu tragen. Alternativ können der Wechselstromadapter und die Elektronikvorrichtung einen zusätzlichen Schaltungsaufbau enthalten, um drahtlose Pfade für entweder den Leistungsverteilungspfad oder eine Audioschnittstelle oder beides zu schaffen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0005] **Fig.** 1 zeigt eine Elektronikvorrichtung, die an dem Leistungsadapter des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung angebracht ist.
[0006] **Fig.** 2 zeigt eine weitere Elektronikvorrichtung, die an dem Leistungsadapter des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung angebracht ist.
[0007] **Fig.** 3 zeigt den Aufbau des Leistungsadapters des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung.
[0008] **Fig.** 4 zeigt den Aufbau des Lautsprecherelementes bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung.
[0009] **Fig.** 5 ist ein Frequenzantwortgraph, der die Vorteile des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung gegenüber einem alternativen Ausführungsbeispiel zeigt.
[0010] **Fig.** 6 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Verwendung mehrerer Lautsprecher.
[0011] **Fig.** 7 zeigt die Charakteristika, die für das Lautsprechertor benötigt werden, das bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung verwendet wird.
[0012] **Fig.** 8 ist ein Blockdiagramm, das die Elektronikvorrichtung und den Leistungsadapter des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung zeigt.
[0013] **Fig.** 9 und 10 zeigen ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Verwendung drahtloser

Techniken.

[0014] **Fig.** 11 zeigt ein Blockdiagramm eines alternativen Ausführungsbeispiels der Erfindung unter Verwendung drahtloser Techniken.

[0015] **Fig.** 12 zeigt ein Blockdiagramm eines alternativen Ausführungsbeispiels der Erfindung unter Verwendung von Überlagerungstechniken.

Beschreibung des bevorzugten und alternativer Ausführungsbeispiele

[0016] **Fig.** 1 zeigt eine Elektronikvorrichtung **12** als einen Notebook-Computer, der interne Lautsprecher **10** aufweist, der mit einem Leistungsadapter **16** über ein Adapterkabel **14** verbunden ist. Der Leistungsadapter **16** weist eine Netzsteckbuchse **22** auf, die mit einem Wechselstromnetz über ein Leistungskabel **18** verbunden ist. Im Inneren des Leistungsadapters **16** befindet sich ein Lautsprecher **17**, der Niederfrequenzaudiosignale von der Elektronikvorrichtung **12** liefert.

[0017] **Fig.** 2 zeigt die Elektronikvorrichtung **12** als einen tragbaren Hand-TV, der mit dem Leistungsadapter **16** durch das Adapterkabel **14** verbunden ist. Der Leistungsadapter **16** weist einen internen Lautsprecher **17** und eine Netzsteckbuchse **22** auf. Der Netzsteckbuchse **22** wird eine Netz-Wechselstromleistung durch das Netzkabel **18** geliefert.

[0018] Während die Elektronikvorrichtung **12** oben gezeigt ist, um entweder einen Notebook-Computer oder ein tragbarer TV zu sein, ist es für Fachleute auf diesem Gebiet ersichtlich, daß die Elektronikvorrichtung **12** jede kleine tragbare Vorrichtung sein könnte, die in der Lage ist, einen Ton zu erzeugen, und dennoch in die Wesensart und den Schutzumfang der Erfindung fallen könnte.

[0019] **Fig.** 3 zeigt den Leistungsadapter **16** des bevorzugten Ausführungsbeispiels detaillierter. Ein Wegschnitt zeigt einen Adapterschaltungsaufbau **30** und ein Muster eines verfügbaren Luftvolumens **42** in einem Gehäuse **44** des Adapters. Der Lautsprecher **17** ist vorzugsweise an dem oberen Abschnitt des Leistungsadapters **16** befestigt und umfaßt ein Lautsprechertor **48**. Das Lautsprechertor **48** weist einen Querschnittsbereich **36**, einen Durchmesser **34** und eine Länge **40** auf, die ein Torvolumen **38** erzeugen, das innerhalb der Torwand **46** eingeschlossen ist. Der Adapter **16** ist mit einer Elektronikvorrichtung über das Adapterkabel **14** verbunden, das in einem Adapterstecker **32** endet. Eine externe Netz-Wechselstromleistung wird an den Leistungsadapter **16** durch die Netzsteckbuchse **22** geliefert.

[0020] **Fig.** 4A zeigt den Lautsprecher **17**, der bei dem Leistungsadapter **16** des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung verwendet wird, detaillierter. Der Lautsprecher **17** besteht aus einem bewegbaren Lautsprecherkegel **50**, der eine Fläche **54** aufweist. Der Lautsprecher **17** ist an dem Adapter **16** unter Verwendung eines Lautsprecherflansches **52** befestigt. Der Lautsprecherkegel **50** weist eine Linearverschiebungsbewegung **56** (**Fig.** 4B) auf, die auf den Ton, den derselbe erzeugt, sowie die Umgebung bezogen ist, in der derselbe plaziert ist.

[0021] **Fig.** 5 ist ein Graph, der die Niederfrequenzantwort eines Lautsprechers in zwei unterschiedlichen Implementierungen vergleicht. Die Antwort eines Kompaktboxadapters **62** weist einen sehr schnellen Abfall (6 dB pro Oktave) unter der charakteristischen Frequenz f_s des Lautsprechers auf. Die Antwort des Torentlüftungsadapters **60** zeigt einen relativen Anstieg bei einer Niederfrequenzantwort unter f_s und den steileren Abfall (12 dB pro Oktave) aus einer Verwendung dieser Technik.

[0022] **Fig.** 6 zeigt den Leistungsadapter **16** bei einem alternativen Ausführungsbeispiel, das drei Lautsprecher **17** (**17A**, **17B**, **17C**) in einem Adaptergehäuse **44** verwendet, um die erwünschte Baßantwort unter Verwendung des Lautsprechertors **48** zu erhalten, das eine Torentlüftung **36** aufweist. **Fig.** 7 zeigt mehr Details der Torentlüftung **36**, die eine Länge **40**, eine Querschnittsfläche **36** und einen Durchmesser **34** aufweist.

[0023] Die Torentlüftung **36** ist derart aufgebaut, daß sie eine Wanddicke **46** aufweist.

[0024] **Fig.** 8 ist ein Blockdiagramm der Elektronikvorrichtung **12** und des Leistungsadapters **16** bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung. Der Adapter **16** weist eine Netzsteckbuchse **22** auf, die schnittstellenmäßig mit einem Energieumwandlungsschaltungsaufbau **66** verbunden ist. Der Ausgang des Energieumwandlungsschaltungsaufbaus **66** ist ein Leistungsauslaß **68**. Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wandelt der Energieumwandlungsschaltungsaufbau **66** ein Hochspannungs-Netz-Wechselstromsignal (z. B. 110 oder 220 V) in ein Niederspannungs-Gleichstromsignal (z. B. 12 V) um, obwohl andere Typen einer Energieumwandlung verwendet werden könnten und dennoch innerhalb des Schutzumfangs und der Wesensart der Erfindung zu finden wären. Der Leistungsauslaß **68** ist mit einem Leistungseinlaß **76** an der Elektronikvorrichtung **12** über ein Kabel **14** verbunden und er liefert Energie an eine Leistungsversorgung **82**, die auch Energie von einer Batterie **80** empfangen und dieselbe laden kann. Die Leistungsversorgung **82** wird durch einen anderen Schaltungsaufbau in der Elektronikvorrichtung **12**, einschließlich Audioschaltungen **86**, verwendet. Die Audioschaltungen **86** erzeugen ein Audiosignal, das optional in einem Audioschaltungscodierer **84** codiert werden kann, bevor es an einen Audioauslaß **78** gesendet wird. Das Adapterkabel **14** wird verwendet, um das Audiosignal von dem Audioauslaß **78** an einen Audioeinlaß **70** in dem Leistungsadapter **16** zu senden. Wenn das Audiosignal codiert wäre, wird es in einem Audiodecodierer **72** decodiert, bevor es an den Lautsprecher

17 gesandt wird. Wenn eine zusätzliche Baßanhebung erwünscht wird, kann das Audiosignal als erstes unter Verwendung eines optionalen Audioverstärkers **74** verstärkt werden. Der Leistungsadapter **16** kann einen optionalen Hohlraum **42** und ein optionales Tor **48** aufweisen, die verwendet werden können, um die Niederfrequenzantwort des Lautsprechers **17** ohne ein Zurückgreifen auf den Audioverstärker **74** zu erhöhen, oder er kann in Kombination mit demselben verwendet werden.

[0025] **Fig.** 9 zeigt ein alternatives Ausführungsbeispiel der Erfindung, das ein Adapterkabel **14** eliminiert, was es unter Verwendung eines drahtlosen Leistungsadapters **88** einfacher für den Benutzer macht, sowohl die Elektronikvorrichtung **12** mit Leistung zu versorgen als auch bessere Niederfrequenzaudiosignale zu haben. Die umgewandelte Leistung kann unter Verwendung eines elektromagnetischen gekoppelten Ansatzes, der in der gemeinschaftlich übertragenen anhängigen Patentanmeldung 08/759,693 beschrieben ist, die hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist, an die Elektronikvorrichtung übertragen werden. **Fig.** 10 zeigt, wie ein induktives Ladungsfeld **64** Energie von dem Leistungsadapter **88** in die Elektronikvorrichtung **12** koppelt. Die Elektronikvorrichtung **12** erzeugt das Audiosignal unter Verwendung einesI/R-Strahls **92**, der durch den Leistungsadapter **88** mit einem I/R-Abtaster **90** empfangen wird. Der Leistungsadapter **88** umfaßt einen oder mehrere Lautsprecher **17**.

[0026] **Fig.** 11 ist ein Blockdiagramm des Leistungsadapters **88** und der Elektronikvorrichtung **12**. Der Leistungsadapter **88** weist eine Netzsteckbuchse **22** auf, die vorzugsweise eine Wechselstromleistung zu einer Leistungsauswahlladungsschaltung **98** koppelt, die eine Primärwicklung **106** treibt. Die induktive Energie in dem induktiven Ladungsfeld **64** wird an einen Leistungsumwandlerabtaster **100** über eine Sekundärwicklung **108** an der Elektronikvorrichtung **12** und hin zu einer Leistungsversorgung **82** übertragen, die auch eine Leistung von der Batterie **80** empfangen und dieselbe laden kann. Die Leistungsversorgung **82** liefert eine Leistung an den internen Schaltungsaufbau der Elektronikvorrichtung **12**, einschließlich Audioschaltungen **86**. Um ein Laden der Batterie **80** zu steuern, sollten Statusinformationen von dem Batterieladegerät in der Leistungsversorgung **80** an den Leistungsadapter **88** kommuniziert werden. Ein Multiplexieren des Batteriestatus mit dem Audiosignal führt diese Kommunikation durch.

[0027] Das Audiosignal wird in einem Digitalisierer **104** digitalisiert und in einem Codierer **84** mit einem Status von dem Batterieladegerät in der Leistungsversorgung **82** codiert und einem Multiplexen unterzogen, bevor es unter Verwendung eines I/R-Senders **102** übertragen wird. Der I/R-Strahl **92** wird durch den I/R-Empfänger **90** erfaßt und wieder über einen Redigitalisierer **94** in ein digitales Signal umgewandelt. Dieses digitale Audiosignal wird dann in dem Decodierer **72** decodiert. Der Batteriestatus wird abgetrennt und an die Leistungsauswahlschaltung **98** gesandt und in einem D/A-Wandler **96** wieder in ein analoges Signal umgewandelt. Dieses Audiosignal wird dann optional in dem Verstärker **74** verstärkt, bevor es den Lautsprecher **17** erreicht.

[0028] **Fig.** 12 zeigt den Leistungsadapter **16**, der eine Netzsteckbuchse **22** aufweist, die einen Energieumwandlungsschaltungsaufbau **66** versorgt, der ein Leistungssignal ausgibt. Das Leistungssignal kommt an der Elektronikvorrichtung **12** an, wo es ein moduliertes Audiosignal aufweist, das in einem Mischer **108** überlagert ist. Das Audiosignal von der Elektronikvorrichtung **12** wird in einem Delta-Sigma-Modulator **104** umgewandelt. Das überlagerte Leistungssignal wird auch in dem Leistungsadapter **16** empfangen. Das modulierte Audiosignal wird in einem Hochpaßfilter **110** getrennt und in einem Diskriminator **106** wieder in ein moduliertes Signal umgewandelt. Das Audiosignal wird dann von dem modulierten Signal in einem Tiefpaßfilter **102** wiedergewonnen und an den Lautsprecher **17** gesandt.

[0029] Um die Baßantwort des Lautsprechers **17** zu verbessern, kann der Lautsprecher **17** derart ausgewählt sein, daß seine Äquivalenzakustiknachgiebigkeit V_{as} im wesentlichen gleich dem Luftvolumen ist, das in dem Adapterhohlraum **42** verbleibt, nachdem das Volumen der elektrischen Komponenten von dem Adapterinnenvolumen abgezogen ist. Dies führt zu einem „Kompaktbox-Tiefsttonlautsprecher. Alternativ könnte das Gehäusevolumen erweitert oder reduziert werden, um V_{as} des Lautsprechers anzupassen, wenn die Auswahlmöglichkeiten einer Lautsprecherauswahl eingeschränkt sind. Dieser Ansatz weist eine systemwirksame Niederfrequenzantwort auf, die von den akustischen Eigenschaften des Lautsprechers und des Verstärkers abhängt. Allgemein ausgedrückt ist die wirksame Frequenzantwort des Systems leicht oberhalb der charakteristischen Resonanzfrequenz des Lautsprechers, f_s, während ein Entwurf zur Erzielung einer flachen Antwort durchgeführt wird.

[0030] Ein Gehäuse mit Tor kann ferner den Wirkungsgrad des Lautsprechers bei niedrigen Frequenzen verbessern. Dieser Typ von Gehäuse, Baßreflex, erzielt seinen Wirkungsgrad durch ein Verzögern der Schallwellen hinter dem Lautsprecher, derart, daß dieselben phasengleich mit den Schallwellen kommen, die von der Vorderseite des Lautsprechers ausgehen und sich so die Vorder- und Rückschallwellen phasengleich durch eine Überlagerung kombinieren. Wenn dies ordnungsgemäß entworfen ist, ermöglicht es dieser Ansatz, daß der Lautsprecher eine wirksame Niederfrequenzantwort zusätzlich zu einem doppelten Wirkungsgrad des Kompaktboxentwurfs aufweist. Der Entwurf des Lautsprechergehäuses mit Tor ist jedoch komplexer als der des Kompaktbox-Tiefsttonlautsprechers. Die Verwendung eines Gehäuses mit Tor in einem Notebook-Computersystem ist in dem gemeinschaftlich zugewiesenen US-Patent 5,610,992, das hierin durch Bezugnahme aufgenommen ist, gezeigt. Um den Wirkungsgrad des Lautsprechers **17** in dem Leistungsadapter **16** zu erhöhen,

kann der Ansatz eines Lautsprechers mit Tor durch ein Entwerfen mit den Gleichungen verwendet werden, die durch N. Theile in seinen Artikeln „Loudspeakers in Vented Boxes: Part I", Journal of the Audio Engineering Society, Bd. 19, Nr. 5, S. 382–392 (Mai 1971) und „Loudspeakers in Vented Boxes: Part II", Journal of the Audio Engineering Society, Bd. 19, Nr. 6, S. 471–483 (Juni 1971), die hierin ebenso durch Bezugnahme aufgenommen sind, bereitgestellt werden.

[0031] Es gibt zwei Ansätze, die verwendet werden können. Der erste, ein interaktiver Ansatz, besteht darin zu bestimmen, welches ungefähre Luftvolumen in einem Adapterhohlraum vorhanden ist, und dann die Lautsprecherparameter zu bestimmen, die benötigt werden, um diese Lösung zu implementieren, dann die Größe des Adapterhohlraums in Übereinstimmung mit dem Entwurf einzustellen. Der entworfene Lautsprecher kann dann gekauft werden, wenn er in einem Katalog zu finden ist, oder von einem Kunden gemäß einer Spezifizierung bestellt werden. Ein weiterer Ansatz besteht darin, einen erwünschten Lautsprecher (aufgrund von Kosten, Verfügbarkeit, Größe usw.) aus einem Katalog auszuwählen und unter Verwendung seiner bereitgestellten Parameter zu bestimmen, ob der Lautsprecher mit der akustischen Nachgiebigkeit des Adapterhohlraums übereinstimmt. Es kann wünschenswert sein, mehr als einen Lautsprecher zu verwenden, um die erforderliche Äquivalenzakustiknachgiebigkeitsübereinstimmung zu erzielen. Tabelle 1 definiert die Ausdrücke, die bei den Entwurfsberechnungen, die folgen, verwendet werden.

Tabelle 1

Ausdruck	Definition
V_{ab}	Luftvolumen in Adapterhohlraum, der für akustischen Entwurf verwendet wird
V_{as}	Äquivalenzakustiknachgiebigkeit des Lautsprechers
f_3	-3 dB-Eckfrequenz eines Niederfrequenzabfalls, die Systemantwort darstellend
f_s	charakteristische Resonanzfrequenz des Lautsprechers
f_b	Resonanzfrequenz des Adapterhohlraums, Tors und Lautsprechers, definiert als ein Resonanzsystem
Q_{ts}	Gesamtelektrik-, Mechanik- und Akustik-Q des Lautsprechers
L_v	Länge der Entlüftung in Tor
S_v	Querschnittsfläche der Entlüftung in Tor
V_v	Volumen der Entlüftung in Tor
V_t	Gesamtvolumen von Adapterhohlraum und Torentlüftung, umfaßt keine Komponenten des Adapters

X_d	Verschiebung des Lautsprecherkegels
C_{as}	Akustiknachgiebigkeit von Lautsprechertreiberaufhängung
C_{ab}	Akustiknachgiebigkeit von Luft in Adaptergehäuse
Q_t	Gesamtsystem-Q (ein Maß der akustischen Dämpfung)
S_d	Fläche des Lautsprechertreiberkegels
d	Durchmesser der Entlüftung, einschließlich der Wanddicke

[0032] Für den ersten Ansatz (siehe **Fig.** 3), zur Bestimmung des idealen kundenspezifischen Lautsprechers (**Fig.** 4) für einen bestimmten Hohlraum, ist es wichtig, das Volumen offener Luft **42** in dem Adapter zu bestimmen. Typische Adapter verwenden ungefähr ein Drittel des Volumenraums für den Schaltungsaufbau **30**, der benötigt wird, um die Energieumwandlung von der Netzleistungsquelle zu der umgewandelten Leistungsquelle durchzuführen, die den Spannungs- und Stromeinstufungen der tragbaren Elektronikvorrichtung entspricht. Dies hinterläßt in etwa zwei Drittel des Adaptervolumens, die zum Senken des Dynamikbereichs des Lautsprechers verwendet werden können. Es wird ein typischer Adapter angenommen, wie z. B. der F1044B von Hewlett-Packard, der eine physische Größe von 2,2 Zoll (in) mal 1,2 Zoll mal 4,4 Zoll oder 11,6 Kubikzoll Volumen und in etwa V_{ab} = 7,74 Kubikzoll (11,6 × 0,67) aufweist. Dann wählen wir von Thiel (Mai 1971) (Tabelle 1 auf Seite 388) die Ausrichtung, die eine niedrigere Baßantwort als der Lautsprecher allein, der Nr. 9 (**Fig.** 5) ist, ermöglicht, einen Chebyshev-Entwurf vierter Ordnung. Die Details, die von der Tabelle geliefert werden, sind

$$\frac{f_3}{f_s} = 0{,}6, \quad \frac{f_3}{f_b} = 0{,}838, \quad Q_{ts} = 0{,}557 \quad \text{und} \quad \frac{V_{as}}{V_{ab}} = 0{,}485$$

[0033] Diese Details ergeben dann eine Äquivalenzakustiknachgiebigkeit des Lautsprechers von V_{as} = 3,76 Kubikzoll. Es wird ausgewählt, daß die niedrigste erwünschte Frequenz des Systems f_3 = 70 Hz sein soll, dann f_s = 117 Hz, f_b = 117/0,838 oder f_b = 140 Hz. Die erforderlichen Lautsprecherparameter für den kundenspezifischen Lautsprecher sind:
V_{as} = 3,76 in^3; f_s = 117 Hz, Q_{ts} = 0,557
[0034] Wir müssen nun die Torabmessungen berechnen, die zum Erzielen der erwünschten Frequenzantwort, die wir ausgewählt haben, benötigt werden. Von Thiel (Mai 1971), Seite 391, Gleichung 61 können wir das Verhältnis der Länge der Torentlüftung zu der Querschnittsfläche der Entlüftung erhalten:

$$\frac{L_v}{S_v} = \frac{1{,}84x10^8}{(2\pi f_b)^2 V_b} = \frac{1{,}84x10^8}{(2\pi 140)^2 7{,}74} = 30{,}75$$

[0035] Wenn wir die Torentlüftungslänge auswählen, um in etwa 4 Zoll zu sein, um in das Gehäuse zu passen, dann ist S_v 0,13 Quadratzoll (in^2). Um die Endkorrektur der Entlüftung zu finden, wird Gleichung 65 von Thiel (Mai 1971) verwendet:

$$\left(\frac{L_v}{S_v}\right)_{Ende} = \frac{0{,}823}{\sqrt{S_v}} = \frac{0{,}823}{\sqrt{0{,}13}} = 2{,}28$$

deshalb gilt:

$$L_v = (30{,}75 - 2{,}28) \times 0{,}13 = 3{,}7 \text{ in}$$

[0036] Der Entlüftungsdurchmesser kann durch ein Addieren der Entlüftungsfläche und der Dicke (angenommenermaßen 0,062 Zoll) der Entlüftungswand gefunden werden:

$$d = 2\sqrt{\frac{S_v}{\pi}} + 2(0{,}062) = 2\sqrt{\frac{0{,}13}{\pi}} + 0{,}124 = 0{,}53in$$

[0037] Das Volumen der Entlüftung beträgt dann:

$$V_v = \frac{\pi d^2 L_v}{4} = \frac{\pi(0{,}53)^2(3{,}7)}{4} = 0{,}82in^3$$

[0038] Das Adaptervolumen müßte dann erhöht werden, um dieses Torvolumen unterzubringen. Wenn wir die Breite (2,2 Zoll) und die Höhe (1,2 Zoll) konstant halten und die Länge des Adapters um

$$\frac{0.82in^3}{2{,}2in x 1{,}2in} = 0{,}31in$$

auf 4,71 Zoll (in) erhöhen, ist der Gesamtentwurf vollständig.

[0039] Ein unterschiedlicher Ansatz zur Implementierung (siehe **Fig.** 6 und 7) würde darin bestehen, Standardlautsprecher aus einem Katalog zu verwenden und dieselben in ein Adaptergehäuse einzupassen, das bereits existiert. Es wird ein größerer Standardadapter angenommen, der noch eine bequeme Größe aufweist, d. h. 2,8 Zoll mal 1,5 Zoll mal 5,7 Zoll oder 24 Kubikzoll. Wenn die Elektronikkomponenten wieder ein Drittel des verfügbaren Volumens einnehmen, hinterläßt dies 16 Kubikzoll Volumen, in dem das Gehäuse des Lautsprechers mit Tor entworfen wird. Ein Lautsprecher mit guten Niederfrequenzcharakteristika wird aus einem Katalog ausgewählt, wie z. B. das Lautsprechermodell Nummer Panasonic 5H-13371 mit den folgenden Spezifizierungen:

f_v = 239 Hz, V_{as} = 2,2 in^3, Q_{ts} = 1,04, Sd = 0,7 in^2

[0040] Von Thiel (Mai 1971) wählen wir wieder die Ausrichtung Nr. 9 auf Seite 388 und verwenden die folgenden Definitionen für einen Chebyshev-Torentwurf vierter Ordnung:

$$\frac{f_3}{f_s} = 0{,}6, \frac{f_3}{f_b} = 0{,}838, \frac{C_{as}}{C_{ab}} = 0{,}485, Q_t = 0{,}557$$

[0041] Wir können dann die folgenden Spezifizierungen unter Verwendung dreier Lautsprecher bestimmen:

$$f_3 = 0{,}6 f_s = 0{,}6(239) = 143Hz$$

$$f_b = {}^{f_3}\!/_{0{,}838} = {}^{143}\!/_{0{,}838} = 171Hz$$

$$V_{ab} = {}^{V_{as}}\!/_{0{,}485} = {}^{2{,}2}\!/_{0{,}485} = 4{,}54in^3$$

$$V_{ab}\big|_{3Lautspr.} = 13{,}6in^3$$

$$\frac{L_v}{S_v} = \frac{1{,}84x10^8}{(2\pi f_b)^2 V_{ab}} = \frac{1{,}84x10^8}{(2\pi(171))^2 13{,}6} = 11{,}7in^{-1}$$

[0042] Aus Thiel (Mai 1971) möchten wir, daß die Torfläche in etwa ein Viertel der Fläche des Treibers ist, und so:

$$S_v = \frac{0{,}7}{4} = 0{,}175in^2$$

[0043] Wir müssen nun den Stumpfes-Ende-Korrekturfaktor bestimmen:

$$\left(\frac{L_v}{S_v}\right)_{Ende} = \frac{0{,}823}{\sqrt{S_v}} = \frac{0{,}823}{\sqrt{0{,}175}} = 1{,}97$$

[0044] Zur Bestimmung der Länge der Entlüftung gilt:

$$L_v|_3 = \left(\frac{L_v}{S_v}|_3 - \left(\frac{L_v}{S_v}\right)_{Ende}\right)S_v = (11{,}7 - 1{,}97)0{,}175 = 1{,}71in$$

[0045] Unter der Annahme, daß die Entlüftungswanddicke 0,062 Zoll beträgt, beträgt der Tordurchmesser:

$$d = 2\sqrt{\frac{S_v}{\pi}} + 2(0{,}062) = 2\sqrt{\frac{0{,}175}{\pi}} + 0{,}124 = 0{,}6in$$

[0046] Das Volumen des Tors beträgt dann:

$$V_{v|3} = \pi(0{,}3)^2 1{,}71 = 0{,}483 \text{ in}^3$$

[0047] Das Gesamtvolumen des Adapterhohlraums und der Torentlüftung beträgt:

$$V_{t|3} = V_{b|3} + V_{v|3} = 13{,}6 + 0{,}483 = 14{,}4 \text{ in}^3$$

[0048] Da das verfügbare Adaptervolumen **16** Kubikzoll beträgt, würde ein Blockieren von 1,6 Kubikzoll des Volumens zur besseren Anpassung des Lautsprecherentwurfs mit Tor die Antwort optimieren.

[0049] Der Energieumwandlungsschaltungsaufbau **66** bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist eine Wechselsignal/Gleichsignal- (bzw. AC/DC-) Umschaltleistungsversorgung oder ein induktiver Transformator, um eine AC/AC-Umwandlung zu liefern. Der AD/DC-Ansatz wird, während er komplizierter ist, bevorzugt, da er einen höheren Wirkungsgrad aufweisen kann und den Schaltungsaufbau von der Elektronikvorrichtung zu dem Adapter hinüber anordnen kann, wo allgemein billigere Komponenten aufgrund des zusätzlichen Raums verwendet werden können. Der alternative AC/AC-Ansatz weist eine typische Frequenz der AC-Versorgung auf, die 50 Hz oder 60 Hz beträgt. Diese Frequenzen sind nahe der erwünschten Niederfrequenz (z. B. 70 Hz) des Lautsprechers **17** und somit gibt es eine Möglichkeit, daß ein Zusammenschalten der Leistungsfrequenz in einem verdrahteten Kabel auftreten kann, das für sowohl eine Leistungsverteilung als auch eine Audioschnittstellenverbindung sorgt. Ein Verwenden eines DC-Signals kann eine Leistungszusammenschaltung vermeiden; dennoch kann es eine gewisse Zusammenschaltung aufgrund von transienten Lasten geben, die durch den Adapter von der Elektronikvorrichtung benötigt werden. Da diese Lasten abhängig von dem Verwendungsmuster der Elektronikvorrichtung variieren, kann ein Herausfiltern derselben herausfordernd sein. Es ist deshalb wünschenswert, an erster Stelle zu verhindern, daß diese Kopplung auftritt. Ein alternativer Ansatz besteht darin, das Audiosignal vor der Schnittstelle zu codieren, derart, daß die Codierung die Zusammenschaltung von der Leistungsverteilung zu dem Audiosignal reduziert.

[0050] Bei einem anderen betrachteten Ausführungsbeispiel ist das Audiosignal auf das Leistungssignal überlagert, wodurch die Anzahl von Leitern in dem Kabel von dem Adapter **16** zu der Elektronikvorrichtung **12** reduziert wird. Ein zusätzlicher Schaltungsaufbau wird in sowohl der Elektronikvorrichtung **12** als auch dem Adapter **16** benötigt, um die Überlagerung und die Zerlegung der Signale durchzuführen. Zusätzlich muß die Leistungsversorgung im Inneren der Elektronikvorrichtung **12** tolerant gegenüber dem Audiosignal sein, das als eine Rauschquelle auf dem Eingangsleistungssignal wirken kann. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird ein Delta-Sigma-Modulator **104** hinsichtlich des Audiosignals verwendet, um eine hohe Überabtastung des Audiosignal durchzuführen. Diese Modulation wandelt das analoge Signal in ein Hochfrequenzdigitalsignal um, bei dem das Quantisierungsrauschen zu dem höherfrequenten Abschnitt des Signalinhaltes geformt wird. Dieses hoch über-abgetastete Signal ist bei einer sehr viel höheren Frequenz (für ein Audiosignal von 1000 Hz und darunter, in etwa 100 kHz) als das Leistungssignal. Das Signal wird an dem Adapter **16** unter Verwendung des Hochpaßfilters **110** herausgefiltert, um das Leistungssignal zu beseitigen. Das gefilterte Signal wird dann durch den Diskriminator **106** geleitet, um das digitale Signal wiederherzustellen, und das digitale Signal wird unter Verwendung digitaler oder analoger Verfahren in dem Tiefpaßfilter **102** gefiltert, um das analoge Audiosignal wiederherzustellen, während das geformte Quantisierungsrauschen entfernt wird.

Patentansprüche

1. Ein Leistungsadapter (**16**) mit folgenden Merkmalen:
einer Netzsteckbuchse (**22**);
einem Leistungsauslaß (**68**);
einem Audioeinlaß (**70**);
einem ersten Lautsprecher (**17**), der mit dem Audioeinlaß (**70**) gekoppelt ist; und
einer Einrichtung zum Umwandeln von Energie (**66**) von der Netzsteckbuchse (**22**) zu dem Leistungsauslaß (**68**).

2. Der Leistungsadapter (**16**) gemäß Anspruch 1, der ferner folgendes Merkmal aufweist:
einen Hohlraum (**42**), der den ersten Lautsprecher (**17**) umgibt, um eine Resonanzkammer zu bilden.

3. Der Leistungsadapter (**16**) gemäß Anspruch 2, der ferner folgendes Merkmal aufweist:
ein entlüftetes Tor (**48**) in dem Hohlraum (**42**).

4. Der Leistungsadapter (**16**) gemäß Anspruch 1, der ferner folgendes Merkmal aufweist:
einen zweiten Lautsprecher (**17B**), der mit dem Audioeinlaß (**70**) gekoppelt ist.

5. Der Leistungsadapter (**16**) gemäß Anspruch 4, der ferner folgendes Merkmal aufweist:
einen Hohlraum (**42**), der den ersten Lautsprecher (**17**) und den zweiten Lautsprecher (**17B**) umgibt, um eine Resonanzkammer zu bilden.

6. Der Leistungsadapter (**16**) gemäß Anspruch 5, der ferner folgendes Merkmal aufweist:
ein entlüftetes Tor (**48**) in dem Hohlraum.

7. Der Leistungsadapter (**16**) gemäß Anspruch 1, bei dem:
die Einrichtung zum Umwandeln von Energie (**66**) eine Wechselsignal-zu-Gleichsignal-Umschaltleistungsversorgung aufweist.

8. Der Leistungsadapter (**16**) gemäß Anspruch 1, bei dem:
die Einrichtung zum Umwandeln von Energie (**66**) einen induktiven Wechselsignal-zu-Wechselsignal-Transformator aufweist.

9. Ein Elektroniksystem mit verbessertem Audio, mit folgenden Merkmalen:
einer Elektronikvorrichtung (**12**), die folgende Merkmale aufweist:
einen Audioauslaß (**78**);
einen Leistungseinlaß (**76**);
einem Leistungsadapter (**16**) außerhalb der Elektronikvorrichtung (**12**), der folgende Merkmale aufweist:
eine Netzsteckbuchse (**22**);
einen Leistungsauslaß (**68**);
einen Audioeinlaß (**70**);
einen Lautsprecher (**17**), der mit dem Audioeinlaß (**70**) gekoppelt ist;
eine Einrichtung zum Umwandeln von Energie (**66**) von der Netzsteckbuchse (**22**) zu dem Leistungsauslaß (**68**);
einer Einrichtung zum Koppeln (**14**) des Leistungsauslasses (**68**) mit dem Leistungseinlaß (**76**); und
einer Einrichtung zum schnittstellenmäßigen Verbinden (**14**) des Audioauslasses (**78**) mit dem Audioeinlaß (**14**).

10. Das Elektroniksystem gemäß Anspruch 9, bei dem:
die Elektronikvorrichtung (**12**) ein tragbarer Computer ist.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

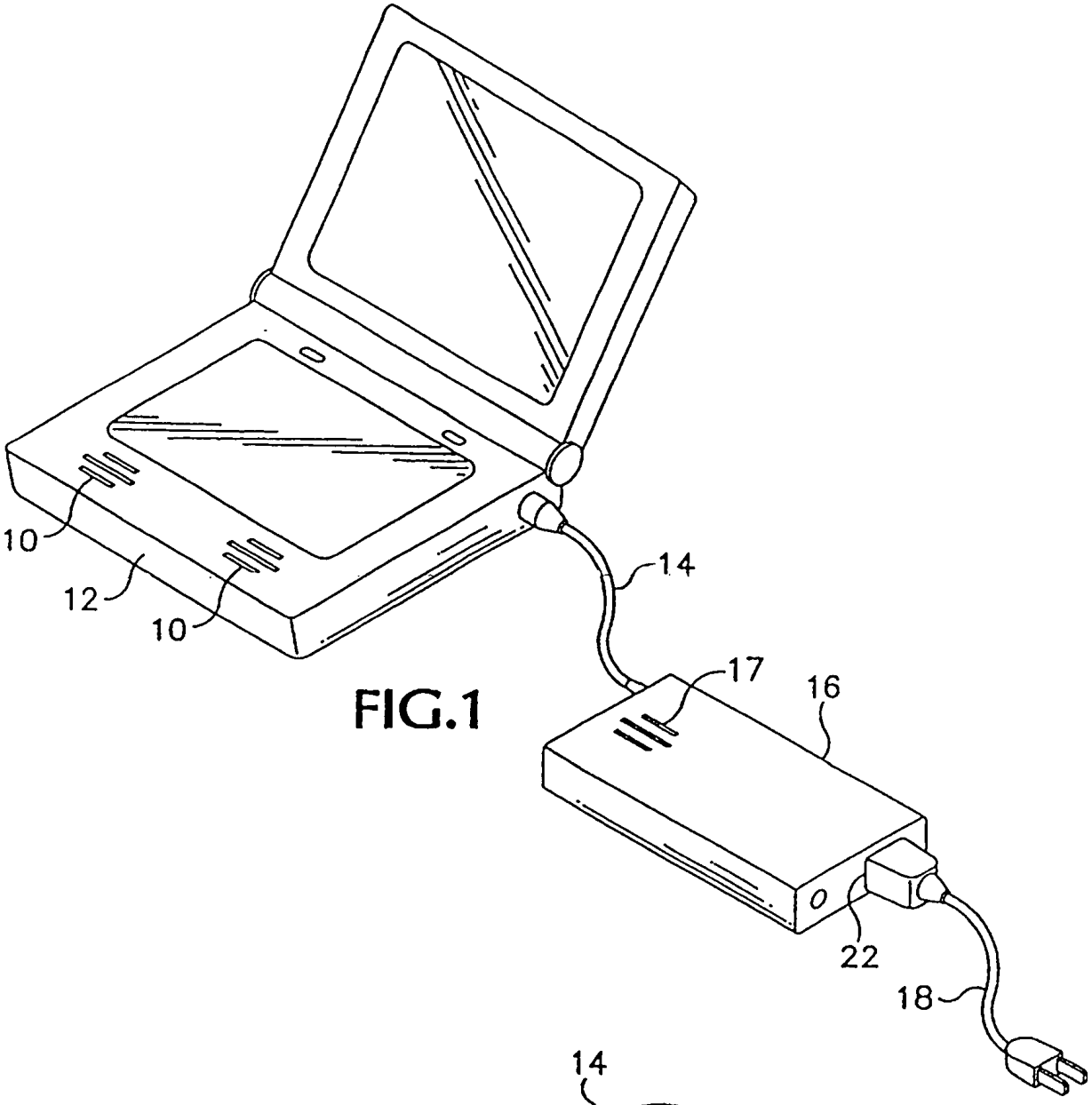


FIG.1

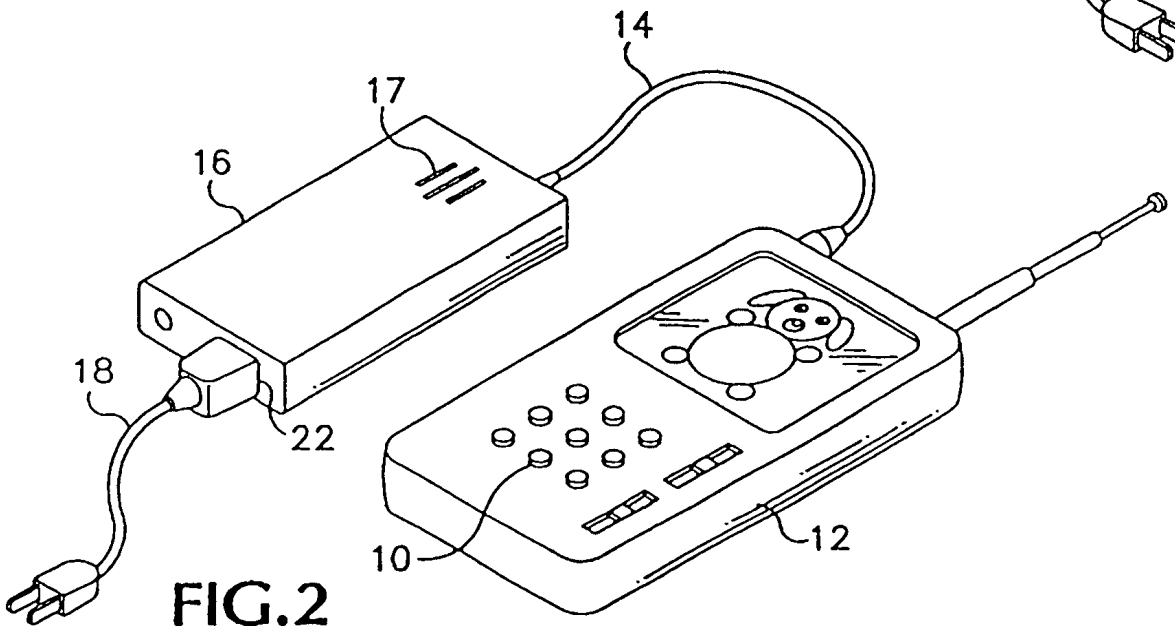


FIG.2

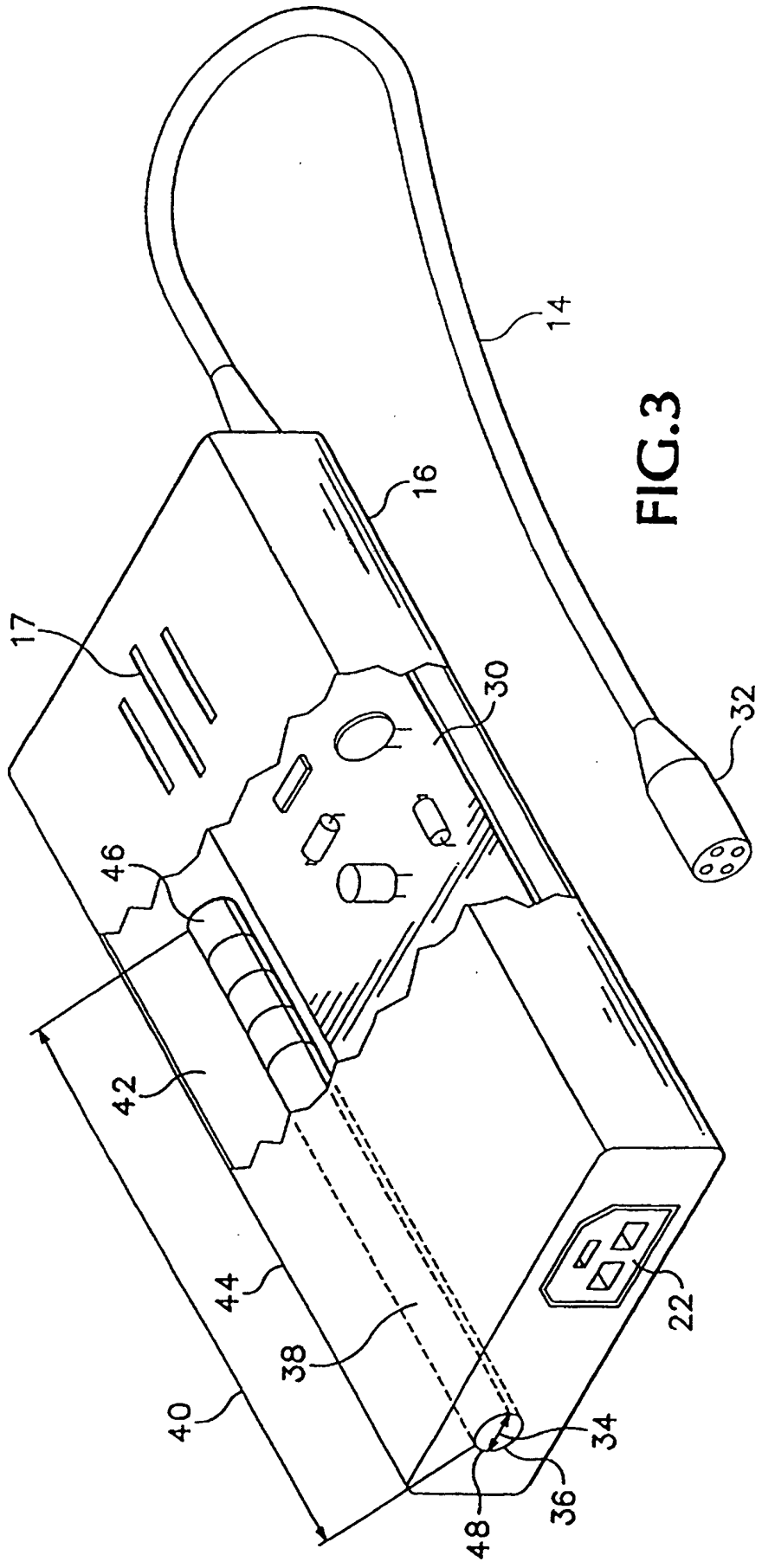


FIG.3

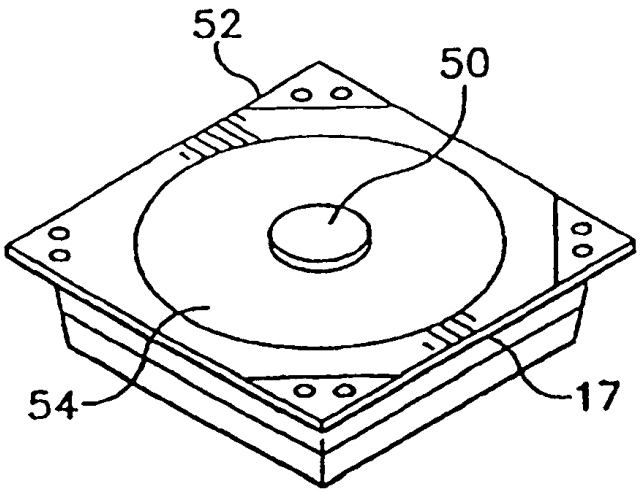


FIG.4A

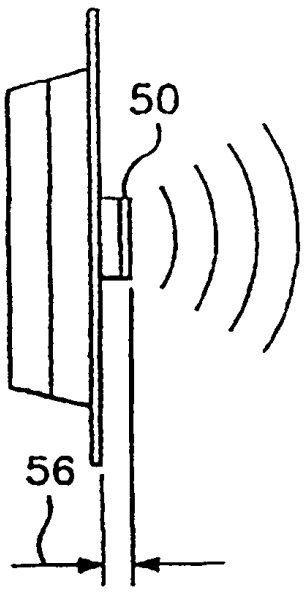


FIG.4B

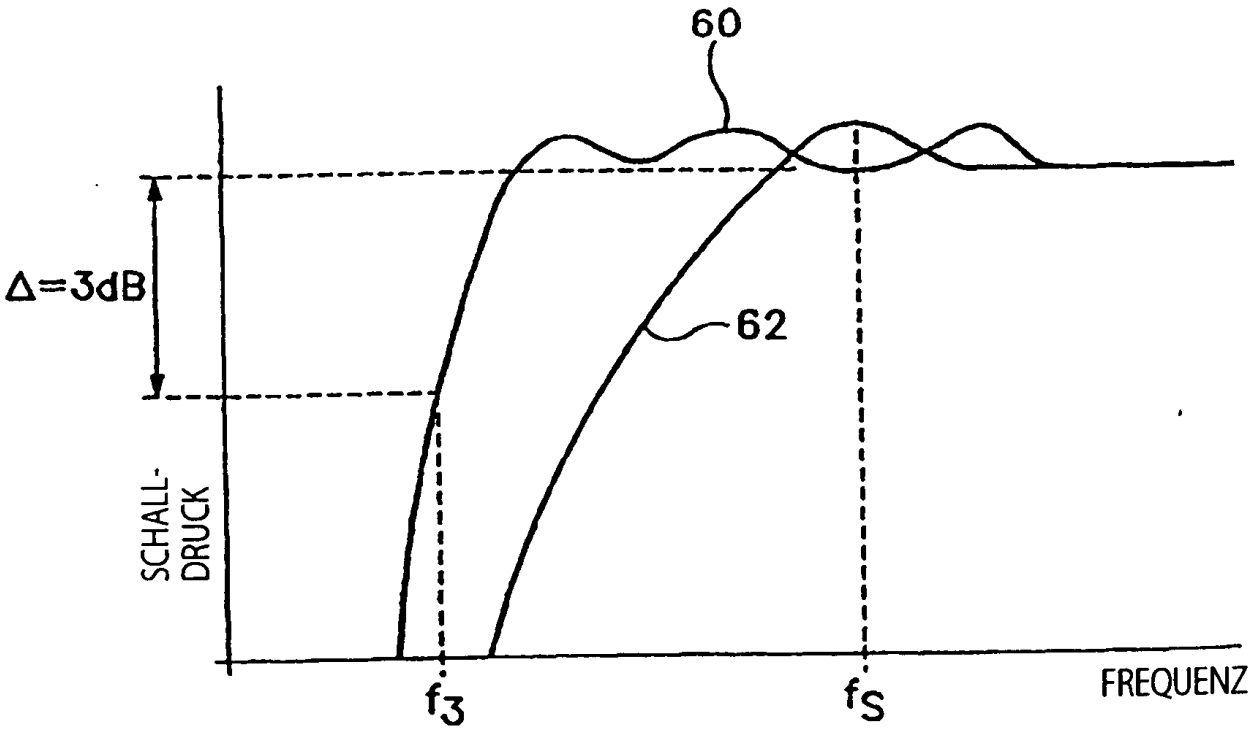


FIG.5

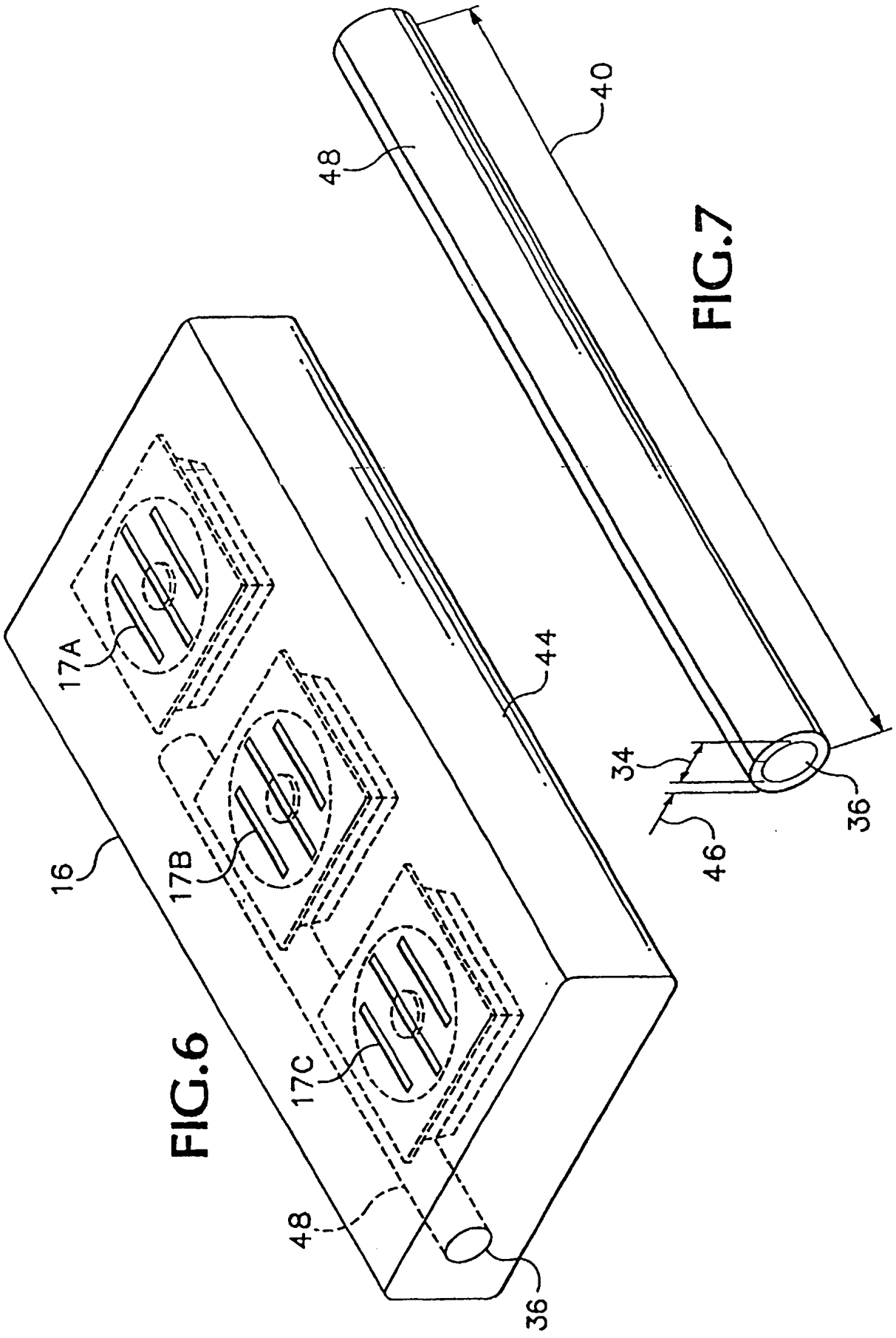


FIG.6

FIG.7

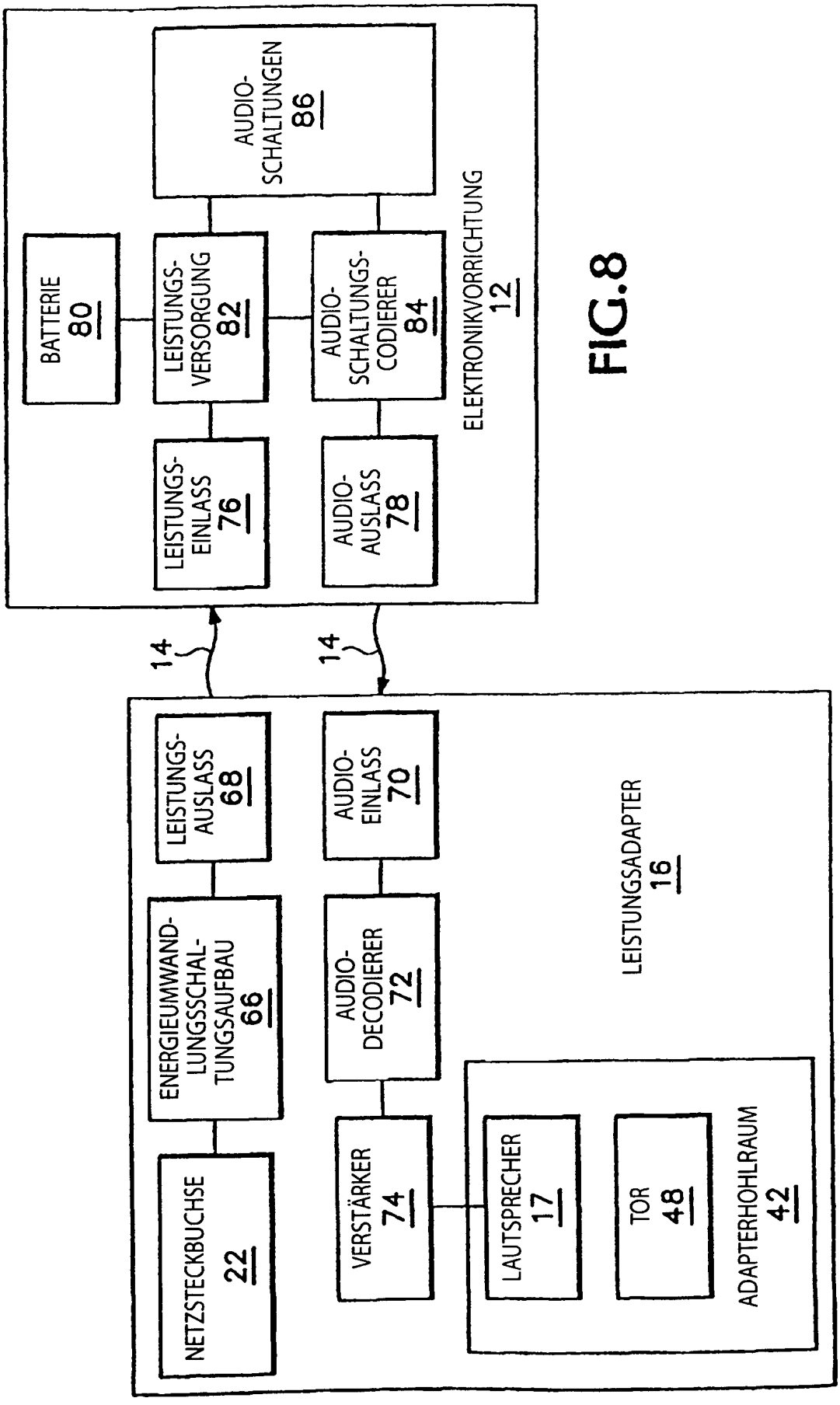
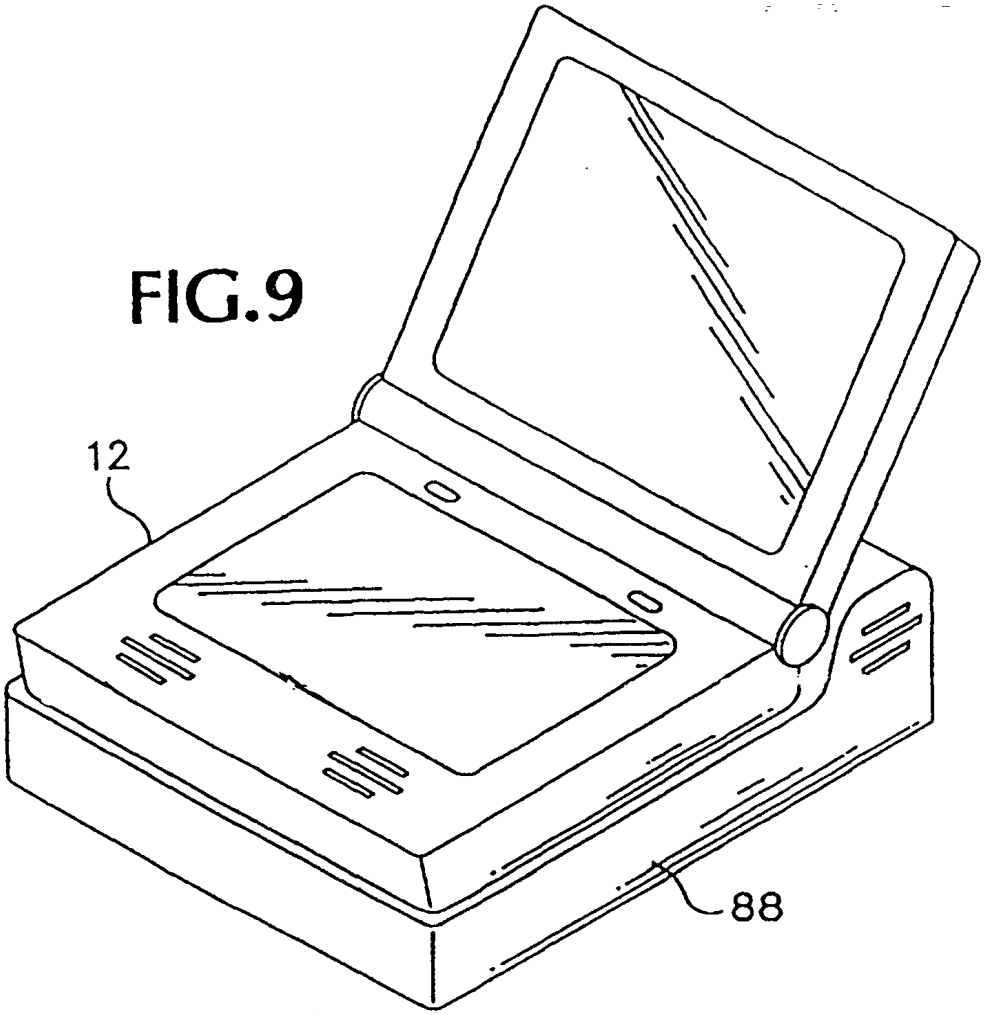

ELEKTRONIKVORRICHTUNG
12
BATTERIE
80
LEISTUNGS-
VERSORGUNG
82
AUDIO-
SCHALTUNGEN
86
AUDIO-
SCHALTUNGS-
CODIERER
84
LEISTUNGS-
EINLASS
76
AUDIO-
AUSLASS
78
14
14
LEISTUNGSADAPTER
16
LEISTUNGS-
AUSLASS
68
AUDIO-
EINLASS
70
ENERGIEUMWAND-
LUNGSSCHAL-
TUNGSAUFBAU
66
AUDIO-
DECODIERER
72
NETZSTECKBUCHSE
22
VERSTÄRKER
74
LAUTSPRECHER
17
TOR
48
ADAPTERHOHLRAUM
42

FIG.8

FIG.9



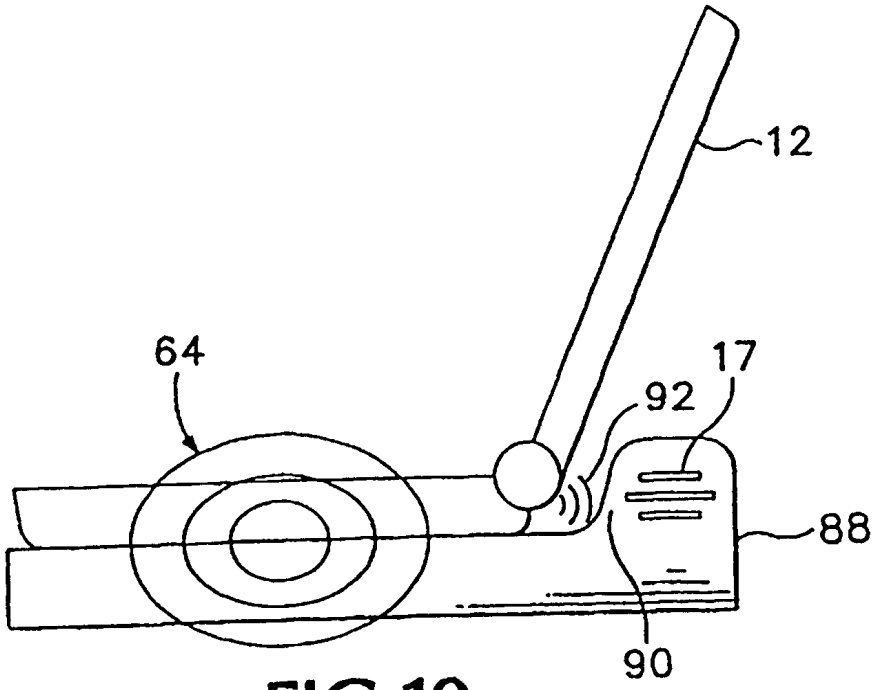


FIG.10

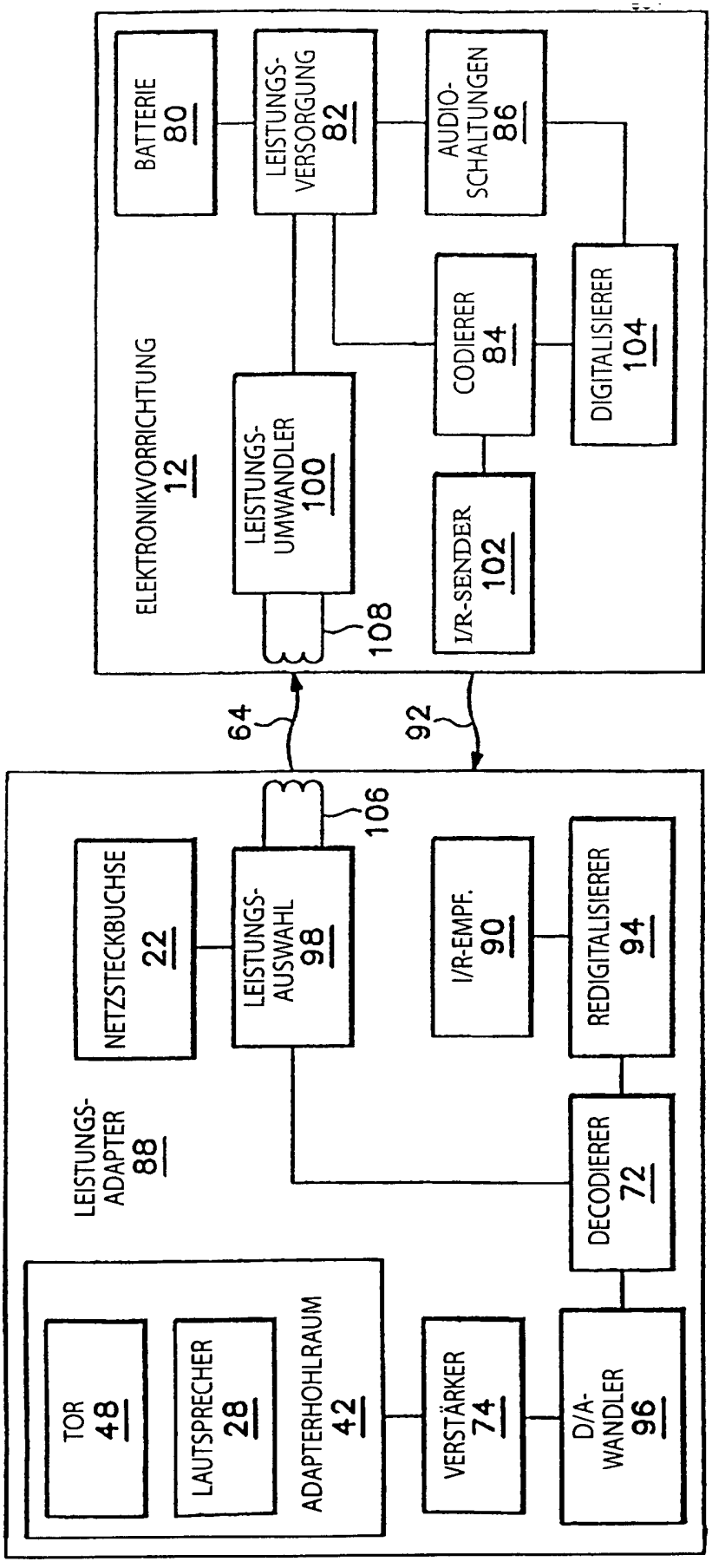

ELEKTRONIKVORRICHTUNG
12
BATTERIE
80
LEISTUNGS-
VERSORGUNG
82
AUDIO-
SCHALTUNGEN
86
CODIERER
84
DIGITALISIERER
104
LEISTUNGS-
UMWANDLER
100
I/R-SENDER
102
108
64
92
106
LEISTUNGS-
ADAPTER
88
NETZSTECKBUCHSE
22
LEISTUNGS-
AUSWAHL
98
I/R-EMPF.
90
REDIGITALISIERER
94
DECODIERER
72
TOR
48
LAUTSPRECHER
28
ADAPTERHOHLRAUM
42
VERSTÄRKER
74
D/A-
WANDLER
96

FIG.11

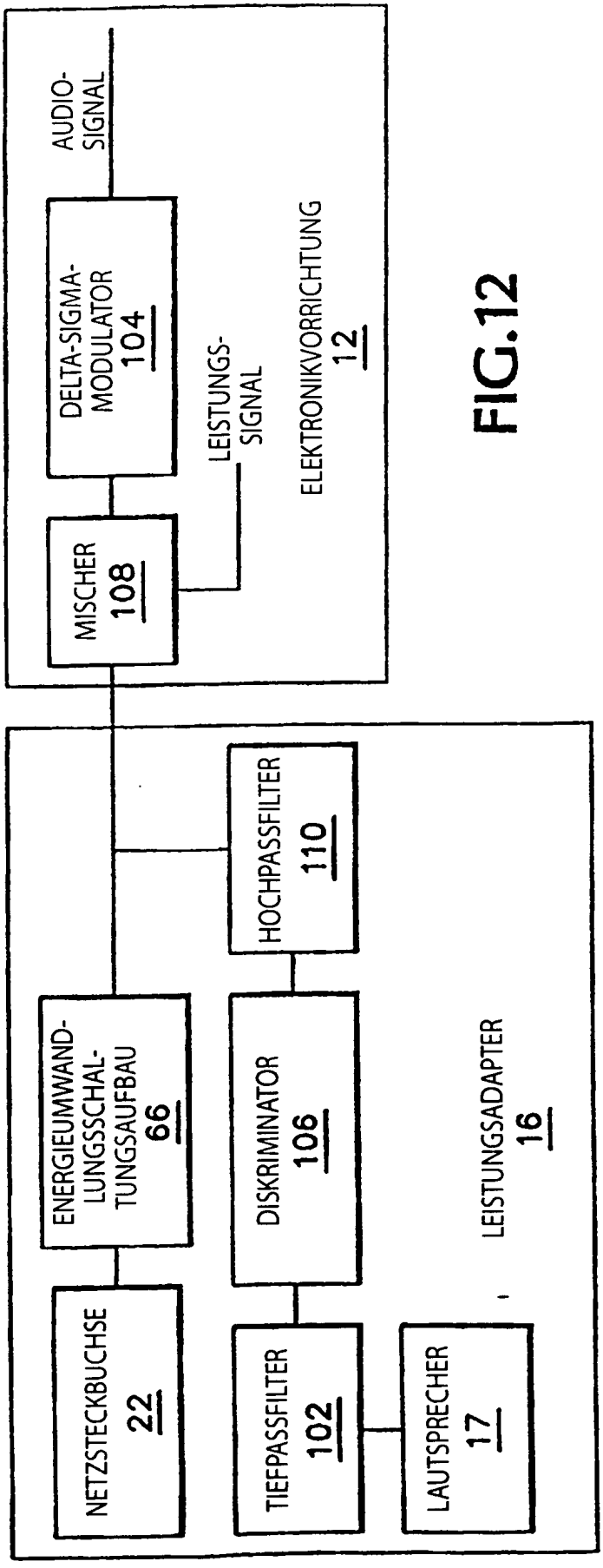

AUDIO-SIGNAL
DELTA-SIGMA-MODULATOR 104
LEISTUNGS-SIGNAL
ELEKTRONIKVORRICHTUNG 12
MISCHER 108
HOCHPASSFILTER 110
ENERGIEUMWAND-LUNGSSCHAL-TUNGSAUFBAU 66
DISKRIMINATOR 106
NETZSTECKBUCHSE 22
TIEFPASSFILTER 102
LAUTSPRECHER 17
LEISTUNGSADAPTER 16

FIG.12