

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 684670 A5

⑤① Int. Cl.⁵: H 04 R 7/04

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑳ Gesuchsnummer: 3251/92

㉔ Anmeldungsdatum: 20.10.1992

㉔ Patent erteilt: 15.11.1994

④⑤ Patentschrift veröffentlicht: 15.11.1994

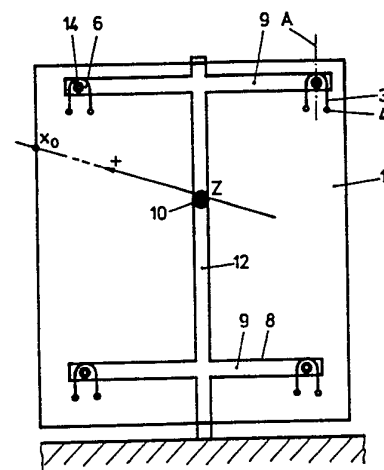
㉗ Inhaber:
Gyoergy Csikos, Locarno

㉗ Erfinder:
Csikos, Gyoergy, Locarno

㉗ Vertreter:
Troesch Scheidegger Werner AG, Zürich

⑤④ **Verfahren zum Wandeln der mechanischen Schwingung eines Treibers in ein akustisches Signal und Wandler zu dessen Ausführung.**

⑤⑦ Um einen möglichst einfachen elektrisch/akustischen Wandler zu realisieren, der in einem Grössenbereich des hörbaren Frequenzbereiches lineare Wandlereigenschaften aufweist und sehr nahe an das Verhalten einer ideal punktförmigen Schaltquelle herankommt, wird ein Wandler vorgeschlagen, der eine biegeelastische Wandlerplatte (1) aufweist, frei biegebar aufgehängt (6, 14). Auf die Platte (1) wirkt in deren Zentrumsbereich (Z) ein Treiber (10) als Anregungsquelle. Das Schwingverhalten der Platte ist demjenigen einer unendlich ausgedehnten, lokal angeregten Platte angenähert.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Wandeln der mechanischen Schwingung eines Treibers in ein akustisches Signal und einen Wandler zu dessen Ausführung.

Derartige Wandler, insbesondere Lautsprecher, lassen sich heute grundsätzlich in zwei Kategorien einteilen. Bei der ersten Kategorie, beispielsweise gemäss der DE-PS 3 730 305, der DE-PS 3 123 098, der DE-PS 3 521 845, der EP-A 0 330 423, der DE-OS 3 048 779, der GB-A 1 435 555, der CH-PS 637 258, der US-A 5 014 323, der DE-OS 2 819 548, wird eine nicht oder im wesentlichen nicht formstabile Membrane zentrisch und peripher derart aufgehängt, dass sie durch die Schwingung eines Treibers, wie der Schwingspule eines elektrodynamischen Wandlers, zur Abgabe eines akustischen Signals angeregt werden kann.

Bei der zweiten Kategorie werden durch einen derartigen Treiber formsteife Platten kolbenartig in Schwingung versetzt, wozu eine schwierige Optimierung zwischen Plattengewicht, deren Steifheit und Ausdehnung notwendig ist. Bezüglich dieser Kategorie der erwähnten Wandler sei verwiesen auf «Coaxial Flat-Plane Loudspeaker with Polymer-Graphite Honeycomb Sandwich Plate Diaphragm», Jiro Nakazono et al., J. Audio Eng. Soc., Vol. 29, No. 11, 1981, November, p. 800 ff., sowie weiter auf die EP-A 0 089 054, die US-A 4 392 027, 4 472 604, 4 322 583, 4 284 167.

Aus der EP-A 0 296 139 sowie aus «Sound», Audio- und Video-Magazin Nr. 7-8/1990, S. 24 ff. ist es im weiteren bekannt, eine dünne, flexible Membran zentrisch anzuregen und nach aussen laufende Wellen in der Membran durch eine komplizierte flächige Unterlage so zu bedämpfen, dass, ausgehend von der punktförmigen Anregung, die Wellen radial nach aussen laufen. Mit der komplizierten flächigen Dämpfungsstruktur für die folienartige Membran werden störende Reflexionen vermieden.

Die vorliegende Erfindung geht wie die beiden letztgenannten Zitate ebenfalls von der Erkenntnis aus, dass ein optimaler Wandler der genannten Art ein akustisches Signal, wie eine punktförmige Schallquelle, abgeben sollte. Sie setzt sich zum Ziel, von dieser Einsicht ausgehend, einen konstruktiv einfachen Wandler vorzuschlagen, welcher mindestens in einem grossen Bereich des hörbaren Frequenzbereiches lineare Wandlereigenschaften aufweist und dabei sehr nahe an das Verhalten einer ideal punktförmigen Schallquelle herankommt.

Dies wird bei Vorgehen nach dem kennzeichnen Teil von Anspruch 1 erreicht.

Dabei geht die Erfindung von der weiteren Einsicht aus, dass das Schallfeld einer unterhalb ihrer Grenzfrequenz in Luft punktförmig zu Biegewellen angeregten, unendlich ausgedehnten Platte dem angestrebten Idealbild der punktförmigen Schallquelle entspricht.

Es ist eines der wesentlichen Merkmale an einer solchen Platte, dass angeregte Wellen mit abnehmender Amplitude radial nach aussen laufen und nicht reflektiert werden. Damit entstehen keine stehenden Wellen bzw. Resonanzbilder.

Ausgehend von dieser weiteren Erkenntnis wird gemäss dem erfindungsgemässen Verfahren vorgeschlagen, eine endliche, biegeelastische, vorzugsweise im wesentlichen plane Platte im wesentlichen zentral anzuregen und so zu bedämpfen, und zwar durch Wahl ihrer Dimension, insbesondere auch ihrer Dicke, ihres Materials sowie ihrer Aufhängung, dass angeregte, in ihrer Amplitude, wie gefordert, nach aussen stetig abnehmende Wellen nur so viel Reflexionen erfahren, und zwar sowohl am Plattenrand wie auch an der Aufhängung, dass das Schallfeld nur unwesentlich beeinflusst wird.

Bevorzugterweise wird gemäss Anspruch 2 vorgegangen.

Obwohl die Anregung im allgemeinen Fall durch eine Vielzahl hierfür bekannter Elemente vorgenommen werden kann, wird bevorzugterweise der Treiber mit einer Schwingspule als elektrodynamischer Treiber gemäss Anspruch 3 ausgebildet.

Um im weiteren den erwähnten elektrodynamischen Treiber bzw. dessen Schwingspule in bevorzugter Art und Weise als Kraftquelle zu betreiben, wird, dem Wortlaut von Anspruch 4 folgend, vorgeschlagen, die Spule mit einer Stromquelle zu betreiben.

Die Platte wird vorzugsweise gemäss Anspruch 5 bzw. 6 aufgehängt.

Eine einfache Konstruktion ergibt sich dabei nach Anspruch 7 dadurch, dass die Platte über verformungsweiche Biegepartien, vorzugsweise an ihr selbst angeformt, gelagert wird. Hierdurch wird eine Störung des Platten-Biegeverhaltens minimiert.

Ein Wandler zur Lösung der erfindungsgemäss gestellten Aufgabe zeichnet sich nach dem Wortlaut von Anspruch 8 aus.

Durch Vorgehen nach Anspruch 9 wird sichergestellt, dass die bevorzugterweise durch den Treiber ausgeübte Kraft optimal und punktförmig auf die Platte übertragen wird.

Als Treiber wird, dem Wortlaut von Anspruch 10 folgend, insbesondere in der bevorzugten Anwendung des erfindungsgemässen Wandlers als Lautsprecher ein elektrodynamischer Treiber eingesetzt, dessen Schwingspule mit der Platte starr verbunden, vorzugsweise verklebt ist.

Die Schwingspule wird, dem Wortlaut von Anspruch 11 folgend, bevorzugterweise mindestens genähert mittels einer Stromquelle betrieben, um das Verhalten einer Kraftquelle aufzuweisen.

Durch die bevorzugte Ausbildung nach dem Wortlaut von Anspruch 12 wird eine optimal biegefreie Aufhängung der Platte realisiert, indem die Aufhängungsglaschen als weiche Biegefedern wirken. Die Aufhängung der Platte nicht an ihrem Randbereich, sondern innerhalb ihrer Flächenausdehnung ergibt wesentlich einfacher die Möglichkeit, wie gefordert, Reflexionen von Biegewellen an der Platte zu minimalisieren.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich weiter nach dem Wortlaut von Anspruch 13 aus, woraus ersichtlich wird, wie einfach der vorgeschlagene Wandler, insbesondere der vorgeschlagene Lautsprecher, aufgebaut sein kann.

Die Platte wird im weiteren vorzugsweise dem Wortlaut von Anspruch 14 folgend aufgebaut, wo-

mit, insbesondere in der Anwendung als Lautsprecher und in Kombination mit den Merkmalen von Anspruch 13, ein ästhetisch schöner, flacher und unauffälliger Lautsprecher entsteht.

Es hat sich gezeigt, dass der vorgeschlagene Wandler über einen weiten Bereich des hörbaren Frequenzspektrums ausserordentlich gute akustische Eigenschaften aufweist und sich ideal für den Genuss insbesondere auch klassischer Musik eignet. Der Aufbau des Wandlers ist ausserordentlich kostengünstig.

Dem Wortlaut von Anspruch 15 folgend, wird weiter der erfindungsgemässe Wandler mit einer Schwingspule mit ihr zugeordnetem Verstärker vorgeschlagen, bei welchem die Ausgangsstufe mindestens genähert Stromquellencharakteristik aufweist.

Es hat sich nämlich gezeigt, dass Stromquellenansteuerung und mit der zum Strom proportionalen Anregungskraft eine weitere Verbesserung des akustischen Verhaltens erzielt wird.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisch, die Aufsicht auf einen als Lautsprecher ausgebildeten erfindungsgemässen Wandler, welcher nach dem erfindungsgemässen Verfahren arbeitet;

Fig. 2 qualitativ über eine Ortsachse x , die Ausbreitung angeregter Wellenamplituden am Wandler gemäss Fig. 1;

Fig. 3 eine bevorzugte Ausführungsvariante des Treibers für den als Lautsprecher ausgebildeten erfindungsgemässen Wandler sowie dessen bevorzugte Ansteuerung.

Gemäss Fig. 1 umfasst der erfindungsgemässe Wandler, hier als Lautsprecher in seiner bevorzugten Verwendung ausgebildet, eine Wandlerplatte 1, bevorzugterweise aus einem Kunststoff. Als Kunststoff eignet sich insbesondere ein Polycarbonat, transparentes Polyamid oder ein anderes, vorzugsweise transparentes, amorphes Polymer. Selbstverständlich kann die Platte 1 auch undurchsichtig, z.B. eingefärbt sein. Bei einem bevorzugten, heute realisierten Lautsprecher wurde ein Acrylglas, nämlich Plexiglas, eingesetzt.

In die Wandlerplatte 1 sind U-förmige Schlitz 3 eingearbeitet, bevorzugterweise mit erweiterten Schenkelabschlüssen 4. Die U-förmigen Schlitz 3 definieren verformungsweiche Laschen 6, die, wie in Fig. 1 dargestellt, bevorzugterweise symmetrisch zu einem Zentrumsbereich Z der Platte angeordnet sind und parallele Achsen A aufweisen. Es sind mindestens zwei derartige Laschen 6 vorgesehen, vorzugsweise drei bzw., wie dargestellt, vier. Die Laschen 6 bilden die Aufhängungen für die Wandlerplatte 1.

Gemäss Fig. 1 ist, in bevorzugter Ausführungsform, beispielsweise aus Vierkant-Metallrohr, ein Doppel-T-Trägerrahmen 8 vorgesehen. Die Platte ist mit den Laschen 6 je endständig an den zwei T-Querbalken 9 des Doppel-T-Rahmens 8 aufgehängt, und zwar bezüglich des Rahmens 8, in Richtung senkrecht zur Figurenebene genähert freibe-

weglich und so beabstandet, dass im Zentrumsbereich Z der Treiber 10 zwischen Hauptholm 12 und Platte 1 eingebaut werden kann. Mindestens die zwei der Laschen 6 sind an den erwähnten Querbalken 9 starr befestigt, beispielsweise, wie bei 14 dargestellt, damit verschraubt.

Die Wandlerplatte 1 kann grundsätzlich beliebig geformt sein, dehnt sich aber vorteilhafterweise, ausgehend von ihrem Zentrum Z aus, nach allen Seiten im wesentlichen gleich aus.

Das Material der Platte 1 sowie ihre Dimension, insbesondere ihre Dickendimension, und die Ausbildung ihrer Aufhängung, gemäss Fig. 1 der Laschen 6, werden so gewählt, dass, wie in Fig. 2 schematisch dargestellt, bei einer Plattenanregung bei Z, Wellen mit gedämpft abnehmender Amplitude $\hat{A}$ in alle Richtungen x gemäss Fig. 1 verlaufen und an Orten möglicher Reflexionen, wie insbesondere am Plattenrand x_0 , so weit abgeklungen sind, dass im wesentlichen keine Reflexionen störender Amplitude auftreten.

In Fig. 2 ist, qualitativ, gestrichelt der Amplitudenverlauf bei zu wenig bedämpfter Platte 1 dargestellt, mit dem Entstehen reflektierter Wellen, welche Anlass zur Bildung stehender Wellen an der Platte 1 geben würden. Wird die Wandlerplatte 1 in ihrem Zentrumsbereich Z mit einer oszillierenden Kraft angeregt, so ergibt sich ein zur Anregungskraft proportionaler Schalldruck. Die Platte 1 strahlt akustisch wie eine Punktschallquelle in ihrem Zentrum Z. Dabei ist es ohne weiteres möglich, das Punktquellenverhalten über den ganzen hörbaren Frequenzbereich sicherzustellen.

Wie erwähnt wurde, hat sich die Verwendung von Plexiglas ausserordentlich gut bewährt.

Gemäss Fig. 3 wird in einer bevorzugten Ausführungsform am Mittelholm 12 des Doppel-T-Rahmens 8 ein elektro-dynamischer Treiber 13 mit Schwingspule 16 und Permanentmagnet 18 vorgesehen. Spule 16 wird auf einem Spulenträger 17 starr mit der Platte 1 verbunden, bevorzugterweise, wie bei 20 dargestellt, damit verleimt. Ein solcher Treiber wird bevorzugterweise, wie dargestellt, durch einen Verstärker 22 getrieben, dessen Ausgangsstufe 24 mindestens genähert Stromquellencharakteristik hat, so dass der Treiber 13 mit einem zur Anregungsspannung $u(t)$ proportionalen Strom $i(t)$ die Schwingspule 16 treibt, wodurch die Anregungskraft für die Platte 1 proportional zum Audiosignal $u(t)$ wird.

Als Platte wird heute eingesetzt:

– Dicke der Platte: $< 1,8$ mm

– Material der Platte: Plexiglas

Mit dem dargestellten erfindungsgemässen Wandler, der in seiner Konstruktion höchst einfach ist und in seiner Herstellung sehr preisgünstig, werden erstaunlich gute akustische Eigenschaften erreicht, die einen solchen Lautsprecher durchaus in die Klasse der für höchste Ansprüche geeigneten Lautsprecher treten lassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Wandeln der mechanischen Schwingung eines Treibers in ein akustisches Signal, dadurch gekennzeichnet, dass eine biegeelastische Platte über ihre Ausdehnung im wesentlichen frei biegebar aufgehängt wird und im wesentlichen zentral durch den Treiber angeregt wird und dass die biegeelastische Platte durch Wahl ihrer Dimension, ihres Materials sowie ihrer Aufhängung zur Näherung ihres Schwingverhaltens an dasjenige einer unendlich ausgedehnten, lokal angeregten Platte bedämpft wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte mittels der Kraft des als Kraftquelle betriebenen Treibers angeregt wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Treiber als elektrodynamischer Treiber mit einer Schwingspule ausgebildet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingspule durch eine Quelle mindestens genähert mit Stromquellencharakteristik betrieben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte quer zu ihrer Ausdehnung im wesentlichen frei beweglich aufgehängt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte innerhalb ihrer Flächenausdehnung und vorzugsweise in ihrem Randbereich und vorzugsweise im wesentlichen an bezüglich ihrer Ausdehnung kleinen Bereichen aufgehängt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte über verformungsweiche Biegepartien, vorzugsweise an ihr selbst angeformt, gelagert wird.

8. Wandler zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass er eine biegeelastische Wandlerplatte (1) umfasst, welche im wesentlichen frei biegebar aufgehängt (6, 14) ist und in ihrem Zentrumsbereich (Z) mit dem Treiber (10) wirkverbunden ist, wobei Dimension, Material und Aufhängung der Platte (1) so gewählt sind, dass ihr Schwingverhalten demjenigen einer unendlich ausgedehnten, lokal angeregten Platte angenähert ist.

9. Wandler nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teil des Treibers (10) mit der Wandlerplatte (1) starr verbunden ist, vorzugsweise damit verklebt (20) ist.

10. Wandler nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schwingspule des Treibers (10) mit der Platte starr verbunden, vorzugsweise verklebt ist.

11. Wandler nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schwingspule mit einer Quelle (24) mindestens genähert mit Stromquellencharakteristik verbunden ist.

12. Wandler nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei U-förmige Schlitz (3), vorzugsweise mit gleichgerichteter U-Achse, in der Platte (1) eingearbeitet sind und die Platte (1) an den dadurch gebildeten Laschen (6) aufgehängt ist.

13. Wandler nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass, im wesentlichen ein Rechteck aufspannend, vier U-Schlitz (3) eingearbeitet sind und die Wandlerplatte (1) an den Querbalken (9) eines Doppel-T's (8) aufgehängt ist, wobei der Treiber zwischen Platte und T-Mittelholm (12) angeordnet ist.

14. Wandler nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte (1) aus einem Kunststoff besteht, wie aus Polycarbonat, transparentem Polyamid oder aus einem anderen, vorzugsweise transparenten, amorphen Polymer, vorzugsweise aus einem Acrylglas, besteht.

15. Wandler nach einem der Ansprüche 8 bis 14, mit einer Schwingspule und ihr zugeordnetem Verstärker, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangsstufe (24) des Verstärkers (22) mindestens genähert Stromquellencharakteristik aufweist.

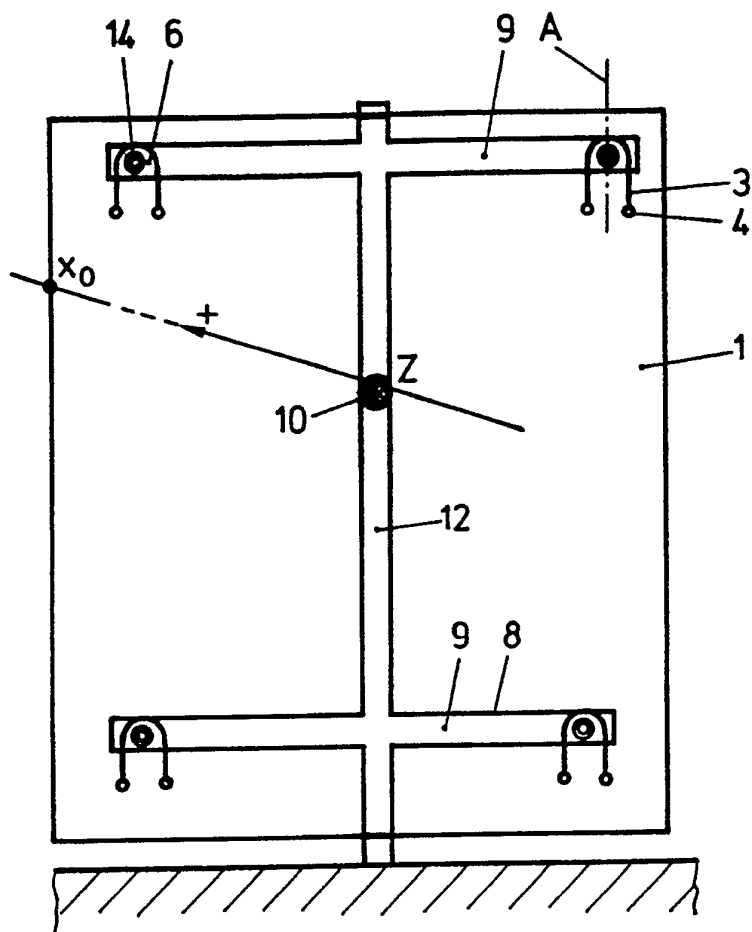


FIG.1

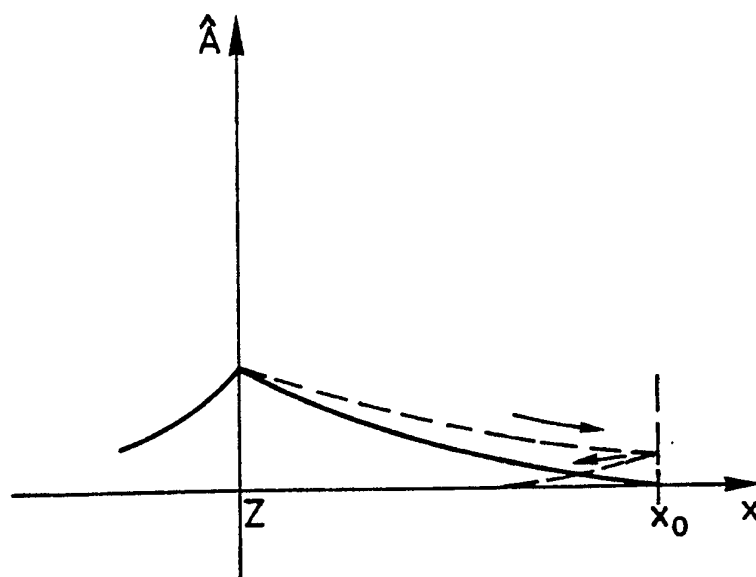


FIG. 2

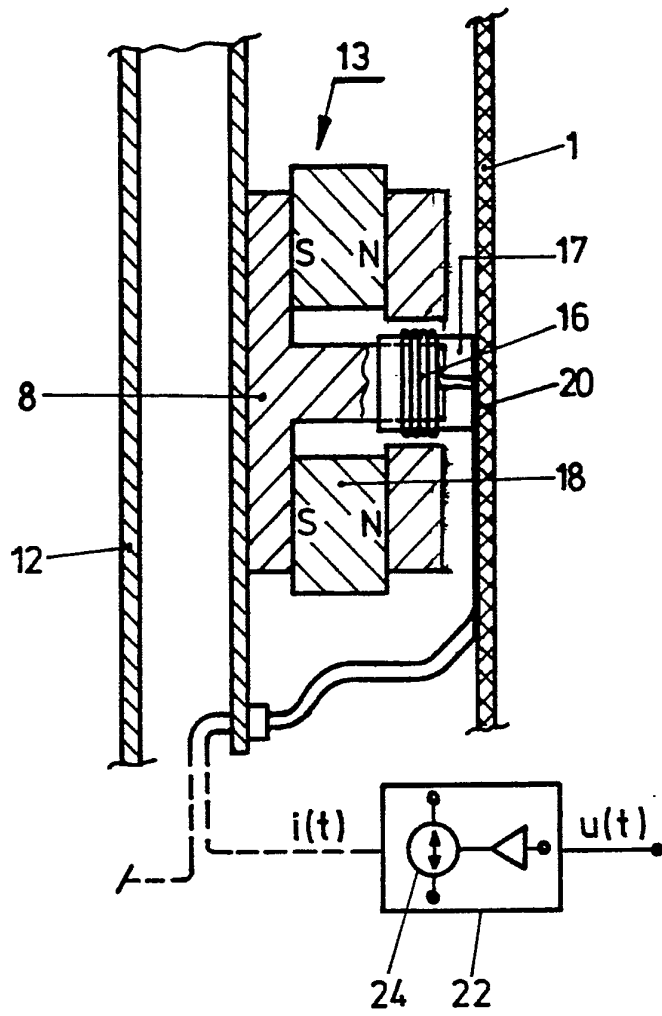


FIG. 3