



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


 Anmeldenummer: 83105141.2


 Int. Cl.³: **H 04 R 5/027**


 Anmeldetag: 25.05.83

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 05.12.84 Patentblatt 84/49


 Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

 Anmelder: **Genuit, Klaus**
Erkwiesenstr. 14
D-5100 Aachen-Richterich(DE)

 Erfinder: **Genuit, Klaus**
Erkwiesenstr. 14
D-5100 Aachen-Richterich(DE)

 Vertreter: **Otte, Peter, Dipl.-Ing.**
Tiroler Strasse 15
D-7250 Leonberg(DE)

 **Ein breitbandiger rauscharmer Kunstkopf mit hoher Dynamik und der Eigenschaft der originalgetreuen Übertragung von Hörereignissen.**

 Zur Vermeidung der bei kopfbezogenen zweikanaligen Übertragungseinrichtungen häufig auftretenden Übertragungsfehlern – Richtungsinversion, Im-Kopf-Lokalisation, Elevation, Klangverfärbungen, fehlende Lautsprecherkompatibilität und hörbares Eigenrauschen – wird ein neues breitbandiges rauscharmes Kunstkopfaufnahmesystem hoher Dynamik entwickelt, dessen äußere Geometrie unter genauer Berücksichtigung der strukturgemittelten beim Menschen akustisch wirksamen richtungsabhängigen Parameter aufgebaut und mit zwei hochwertigen mit in der Meßtechnik üblichen kalibrierfähigen Mikrofonen versehen ist, die aufgrund kleiner Abmessungen, die eine breitbandige Ausnutzung der Ohrmuschelnachbildung als passiver akustischer Verstärker erlauben, sowie aufgrund geringem Eigenrauschen und hoher Dynamik eine Verbesserung der elektroakustischer Übertragungseigenschaften bewirken und mittels eines aktiven Filters bei Freifeldbeschallung von vorne einem Meßmikrofon vergleichbaren Frequenzgang der Mikrofon-Übertragungsfunktionen gewährleistet, so daß dieses System einerseits die Möglichkeit bietet, in der akustischen Meßtechnik wie gewohnt Schallereignisse meßtechnisch zu analysieren und zusätzlich bei Wiedergabe über einen freifeldentzerrten Kopfhörer an den Trommelfellen einer abhörenden Person die gleichen Schalldrucksignale erzeugt, als befände sich die Person am Ort der Schallaufnahme und andererseits bei Wiedergabe über Lautsprecher

keine störenden Klangverfärbungen auftreten. Das gesamte Kunstkopfsystem ist für Netz- wie auch Batteriebetrieb ausgelegt und wird mit einem analogen oder digitalen Aufzeichnungsgerät zu einem autarken Auf- und Wiedergabesystem kombiniert.

EP 0 126 783 A1

./...

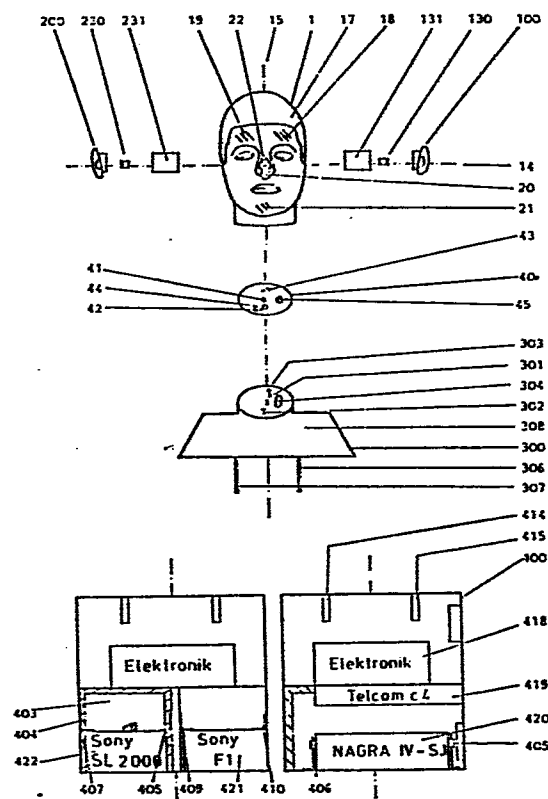


Fig. 1

1719/ot/mü
25. Juli 1983

Herr Dipl. -Ing. Klaus Genuit
Erkwiesenstr. 14, 5100 Aachen-Richterich

Ein breitbandiger rauscharmer Kunstkopf mit hoher Dynamik
und der Eigenschaft der originalgetreuen Übertragung von
Hörereignissen

Die Erfindung betrifft ein zweikanaliges elektroakustisches Über-
tragungssystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, das der
Kategorie der sog. Kunstkopfaufnahme- bzw. Kunstkopfübertra-
gungssysteme zuzuordnen ist.

- 5 Als Kunstkopf wird in der Literatur seit 1939 (z.B. /1/, /2/, /3/,
/4/, /5/, /6/, /7/, /8/) verallgemeinernd jede Anordnung von
mindestens zwei Mikrofonen in einem oder an einem nicht
fleischlichen Beugungskörper bezeichnet, der einem menschlichen
Kopf in Form oder Abmessungen oder Volumen ähnlich ist. Die
10 Grundidee des Kunstkopfes erscheint naheliegend und ist bereits
mehrere Jahrzehnte in der Diskussion: Bei geeigneter Übertragung
der Signale aus den menschlichen Ohrkanälen oder von den Trommel-

fellen müßten - so läßt sich die erst in jüngerer Zeit explizit formulierte Grundidee des Kunstkopfes zusammenfassen - die Trommelfelle einer Versuchsperson mittels Kopfhörer mit denselben Zeitfunktionen anzuregen sein, die ohne elektroakustische Maßnahmen im Originalschallfeld auftreten. Mit einer solchen originalgetreuen Übertragung der Trommelfellsignale müßten nun, da das menschliche Gehör seine akustische Umwelt nur durch diese Trommelfellsignale "sieht", alle akustischen Wahrnehmungen (in der Terminologie von BLAUERT /9/ im folgenden als Hörereignisse bezeichnet) ebenfalls originalgetreu übertragen werden, d.h.: Versuchspersonen, die eine solche Übertragung von Trommelfellsignalen erleben, müßten trotz der Kopfhörerwiedergabe Richtungen, Entfernungen, Ausdehnungen, Räumlichkeiten und alle anderen Hörereigniseigenschaften genauso beschreiben, als wenn sie sich unmittelbar im Originalschallfeld an der Stelle des Kunstkopfes befänden.

Über mehr als vier Jahrzehnte läßt sich die Entwicklungsgeschichte des Kunstkopfes verfolgen, ohne daß die vorher erläuterte originalgetreue Übertragung von Hörereignissen erreicht wurde. Bei vielen der frühen Kunstköpfe liegen die Ursachen hierfür aus heutiger Sicht klar auf der Hand. So wurden zum Beispiel bei einem der ersten Kunstköpfe /1/ von den Autoren DE BOER und VERMEULEN 1939 einfach Löcher von 35 mm Durchmesser im Bereich des Ohransatzes in einen Schaufensterpuppenkopf gebohrt. Die Löcher, die damals Mikrofone entsprechender Größe aufnahmen, mußten natürlich die akustische Wirkung der Puppenohrmuschel völlig verändert erscheinen lassen gegenüber der Wirkung der intakten natürlichen

Ohrmuschel. Dementsprechend traten damals bereits die für alle bisherigen Kunstköpfe typischen Richtungshörfehler, insbesondere die gravierenden Vorne/Hinten-Vertauschungen auf - ein Effekt, der von den damaligen Autoren zwar bemerkt wurde, aber nicht erklärt werden konnte.

Erst im Laufe der Zeit erkannte man, daß die akustische Wirkung der natürlichen Ohrmuschel in Form einer recht komplizierten und für die "richtige" räumliche Auflösung der akustischen Umgebung durch das menschliche Gehör wichtigen Richtcharakteristik liegt. Dementsprechend wurde der Kunstkopf im Laufe der Jahre in verschiedenen Labors weiterentwickelt, insbesondere in Richtung auf eine bessere Nachbildung des natürlichen Außenohres und auf eine Verkleinerung der zu verwendenden Mikrofone. Eine technische Lösung, bei der keine gravierenden Richtungshörfehler auftraten, wurde jedoch bis 1968 nicht bekannt. Im Jahre 1969 meldeten dann die Erfinder KUERER, PLENGE und WILKENS mit dem Patent Nr. 1927401 /5/ ein "Verfahren zur hörrichtigen Aufnahme und Wiedergabe von Schallereignissen und Vorrichtung zu seiner Durchführung" an. Sie statteten einen Kunststoffkopf mit vergleichsweise genau nachgebildeten Ohren aus, an deren jeweiligem Gehörgang über ein spezielles das Trommelfell nachbildende akustische Impedanzscheibchen ein hochwertiges Studiomikrofon angekoppelt war. Durch den Einsatz dieses Kunstkopfes, vertrieben durch die Georg Neumann GmbH, Berlin /14/, im Rundfunkbereich und speziell durch die Ausstrahlung des ersten Kunstkopfhörspiels im Jahre 1973 wurde eine allgemeine Begeisterung sowohl in der Öffentlichkeit als auch bei den Programmproduzenten für die vermeintlich neue frap-

- pierend natürliche Übertragungstechnik hervorgerufen. Obwohl es zunächst den Anschein haben mußte, daß damit das Problem der Kunstkopftechnik gelöst sei, beklagten vor allem die Programmpro-
- 5 ein - wie sie sagten - "schwarzes Loch vor dem Kunstkopf". Gemeint war mit diesem "schwarzen Loch" ein nahezu kegelförmiger Raumbereich, dessen Spitze in Kopfmittle fällt, dessen Achse parallel zur Schnittgeraden zwischen horizontaler Ebene und Kopfsymmetrieebene verläuft und in dem nur selten oder nie Hörereignisse bei Wieder-
- 10 gabe der Kunstkopfsignale über Kopfhörer auftreten. Diese Beobachtung, die von den Beteiligten zumeist ohne Wissen um die früheren Kunstkopfversuche gemacht wurde, ließ auch hier wieder die bereits früher typischen Fehler der Kunstkopftechnik, nämlich die Vorne/Hinten-Vertauschungen, erkennen.
- 15 Daß diese Fehler keineswegs typisch für das Prinzip der Kunstkopftechnik sind, sondern offensichtlich auf technische Unzulänglichkeiten aller bisher bekannten Kunstköpfe zurückzuführen sind, wurde 1975 von PLATTE et. al. /12/, /13/ mit einer sog. "Anordnung zur genauen Reproduktion von Ohrsignalen" gezeigt. Basierend auf der Arbeitshypothese, daß alle bisherigen Kunstköpfe die
- 20 rein physikalisch begründeten Anforderung der fehlerfreien Übertragung von Ohrsignalen nicht erfüllen, verwendeten PLATTE et. al. eine Anordnung von Sondenmikrofonen, mit denen sie meßtechnisch einwandfrei Schallsignale aus den Ohrkanälen einer lebenden Versuchsperson in die einer anderen übertrugen. Sie substituierten
- 25 damit die bei anderen Autoren als fehlerhaft vermuteten Kunstköpfe durch den "idealen Kunstkopf" einer lebenden Versuchsperson.

Weiter vermieden sie alle Probleme, die bei der Ankopplung von Mikrofonen an den Gehörgang eines Kunstkopfes auftreten, indem sie die Schallaufnahme durch Einbringen einer dünnen Sonde in den Ohrkanal der Versuchsperson realisierten. In Hörversuchen
5 wiesen sie nach /12/, /13/, daß diese Anordnung mit der originalgetreuen Übertragung von akustischen Signalen auch eine originalgetreue Übertragung von Hörereignissen leistet und hierbei erstmalig die Wahrscheinlichkeit der Vorne/Hinten-Vertauschungen auf ein tolerierbares und auch beim natürlichen Hören (d.h. ohne
10 Elektroakustik) unvermeidbares Maß reduziert war.

Obwohl mit den Arbeiten /12/ und /13/ von PLATTE et.al. das grundsätzliche Funktionieren des Kunstkopfprinzips zweifelsfrei
vorbewiesen war, war man damit der Realisierung des originalgetreu übertragenden Kunstkopfes praktisch noch keinen Schritt näher.
15 In der Folgezeit wurden weitere noch offene oder strittige Detailfragen zur Außenohrphysik geklärt, aus denen sich prinzipielle Hinweise für einen zumindest bezüglich der Übertragung räumlicher Hörereignismerkmale originalgetreuen Kunstkopf ableiten lassen. So wiesen HUDDE und SCHROETER in /18/ nach, daß die
20 akustische Impedanz des Trommelfells bzw. die akustische Eingangsimpedanz des mit dem Trommelfell abgeschlossenen Gehörgangs am Kunstkopf nicht notwendigerweise nachgebildet werden muß. - GENUIT und PLATTE /15/ fanden an Versuchspersonen als typisch vermutete Unsymmetrien im akustischen Übertragungsverhalten zwischen linkem und rechtem Außenohr. Solche Un-
25 symmetrien sind in bekannten Kunstköpfen (z.B. /5/, /14/) konstruktiv nicht berücksichtigt oder sogar, z.B. in /16/, bewußt

vermieden worden. - KUHN /17/ zeigte, daß der früher als vernachlässigbar geltende akustische Einfluß des Oberkörpers auf die Außenohrriechtcharakteristik meßtechnisch bis hinauf zu Frequenzen von 1500 Hz nachweisbar ist. KUHN wies in /17/ ebenfalls
5 nach, daß die akustische Impedanz der menschlichen Haut nur einen vernachlässigbar geringen Einfluß auf die Außenohrriechtcharakteristik hat.

1980 beschrieben HUDDE und SCHROETER in /18/ einen neuen Kunstkopf, der aus einer Umarbeitung des früheren Kunstkopfes
10 KU80 (vgl. /14/) der Firma Georg Neumann GmbH, Berlin entstand. Auch dieser junge Kunstkopf erfüllt nachweislich nicht die oben genannten Anforderungen an einen in jeder Hinsicht originalgetreu übertragenden Kunstkopf: So schließen bereits die dort verwendeten Miniatur-Elektretmikrofone des Typs BT-1759 des amerikanischen Herstellers KNOWLES (vgl. /19/) einen für Originaltreue
15 ausreichend hohen Dynamikbereich und ein für Originaltreue ausreichend geringes Grundrauschen des Kunstkopfes aus. Da bekanntlich die Mikrofonankopplung im Kunstkopf ein wesentliches andere Konstruktionsmerkmale beeinflussendes und selbst von anderen
20 Merkmalen abhängendes Konstruktionsmerkmal eines Kunstkopfes darstellt, darf der Kunstkopf nach /8/ keinesfalls als diejenige wesentliche erfinderische Lösung des Kunstkopfproblems angesehen werden, der lediglich noch ein wenig Zusatzaufwand zur Rauschminderung fehle. In Wirklichkeit sind, wie die nachfolgende
25 Arbeit /20/ von WOLLHERR und die damit einhergehende Patentanmeldung P 31 01 264.7 belegen, weiterführenden Maßnahmen zur Rauschabstandsverbesserung an einem vorbekannten Kunst-

kopfsystem einer erfinderischen Neulösung gleichzusetzen. WOLLHERR zeigt in /20/ weiterhin, daß der Signalrauschabstand des von HUDDE und SCHROETER /8/ realisierten Kunstkopfes für die professionelle elektroakustische Aufnahmetechnik nicht akzeptabel ist.

- 5 Im zeitlichen Rückblick schien mit dem Kunstkopf von HUDDE und SCHROETER /8/ die Frage des Signal/Rauschabstandes endlich auch bei der Kunstkopftechnik ins Gespräch zu kommen. So bestätigen die Untersuchungen von SCHOENE /21/, daß ein praktisch brauchbares Kunstkopfaufnahmesystem unbedingt einen größeren
10 Signal/Rauschabstand als alle bis dahin bekannten Systeme haben muß. Seine in /22/ publizierten Vorschläge, ein Mikrofon von ca. 24 mm Außendurchmesser für einen Kunstkopf zu verwenden und dieses am Ende eines etwa 20 mm langen Kanales anzukoppeln, erscheinen jedoch für eine praktische Verwirklichung in mancher
15 Hinsicht problematisch. - Auch einem Vortrag von Danilenko /23/ zur Anwendung der Kunstkopfstereofonie im Fernsehen ist zu entnehmen, daß das Grundrauschen eines dort geeigneten Kunstkopfes möglichst gering sein soll. Denn um keine Diskrepanz zwischen Hör- und Sehwinkel entstehen zu lassen, muß der Kunstkopf hinter
20 der Kamera stehen und bei Einsatz von Objektiven langer Brennweite einen entsprechend großen Aufnahmeabstand vertragen, d.h. bei geringen akustischen Signalpegeln noch unverrauschte elektrische Ausgangssignale liefern.

- Obwohl verschiedene jüngere Arbeiten (z.B. Genuit /24/, Schoene
25 /25/ oder Mellert /26/) beinahe wie Konstruktionsanleitungen für einen Kunstkopf anmuten, gelingt es erst mit der hier beschriebenen

Erfindung, einen breitbandigen rauscharmen Kunstkopf mit hoher Dynamik und der Eigenschaft der originalgetreuen Übertragung von Hörereignissen herzustellen.

Der Erfindung lag die Aufgabe zugrunde, einen für meßtechnische Anwendung brauchbaren und damit zunächst selbst meßtechnisch einwandfreien Kunstkopf in folgenden Einzelanforderungen herzustellen:

1. Die Richtcharakteristik des Kunstkopfaußenohres muß bis auf eine richtungsunabhängige und damit entzerrbare Grundfunktion der für viele Versuchspersonen repräsentativen Außenohrrichtcharakteristik entsprechen.
2. Der Kunstkopf muß im gesamten Frequenzbereich des menschlichen Gehörs den aus Anforderung 1 folgenden Übertragungsfaktor realisieren, d.h. seine obere und untere Grenzfrequenz muß außerhalb des Hörfrequenzbereiches liegen.
3. Der Kunstkopf muß im gesamten Dynamikbereich des menschlichen Gehörs, der z.B. von Zwicker et.al. auf Seite 3 in /28/ angegeben wird, ohne hörbare Verzerrungen arbeiten.
4. Der Kunstkopf muß im gesamten Hörfrequenzbereich mit seiner Leistungsdichte des elektrischen Grundrauschens nicht oder ausreichend wenig über der zur menschlichen Hörschwelle äquivalenten Rauschleistungsdichte liegen, so daß kein elektrisches Grundrauschen hörbar wird.

5. Dem Kunstkopf muß ein angepaßtes Filter zuzuordnen sein, dessen Ausgangssignale die Schnittstelle zur Wiedergabe über Kopfhörer und über Lautsprecher bilden.
- 5 6. Dem Kunstkopf muß ein Entzerrungsfilter zur frequenzgangmäßigen Anpassung eines als besonders geeignet erscheinenden Kopfhörers an die Schnittstelle nach Anforderung 5 zuzuordnen sein, solange sich noch keine einheitliche, z.B. genormte Übertragungsfunktion für am Markt erhältliche Kopfhörer durchgesetzt hat.
- 10 7. Dem Kunstkopf muß ein Rauschminderungssystem insbesondere für eine analoge Bandaufzeichnung zugeordnet werden.
8. Für die vorgesehene meßtechnische Anwendung muß das Kunstkopfübertragungssystem "über alles", d.h. vom akustischen Eingang des Mikrofons bis zum akustischen Ausgang des Kopfhörers kalibrierfähig sein.
- 15 9. Die Ohren des Kunstkopfes müssen zur Kalibrierung einfach aus dem Kunstkopf herauszunehmen und ebenso einfach und unzweifelhaft wieder in die vorbestimmte Position einzubringen sein.
- 20 10. Der Kunstkopf muß ohne zusätzliche Hilfsmittel einfach in eine vorbestimmte Ausrichtung zu einer Schallquelle zu bringen sein.
11. Die zum Kunstkopf gehörige Elektronik muß eine Umschaltmöglichkeit auf einen Testtongenerator enthalten, der nach Kalibrie-

5 rung der Kunstkopfmikrofone - z.B. außerhalb des Kunstkopfes -
auch die Kalibrierung der gesamten nachfolgenden Elektronik
inklusive des zu verwendenden Magnetbandgerätes auf einen vor-
zugebenden Übertragungsfaktor - z.B. den Übertragungsfaktor 1
für eine originalgetreue Lautstärkeübertragung - erlaubt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels
näher erläutert. Es zeigen:

- 10 Fig. 1 eine Frontansicht der mechanischen Komponenten des er-
findungsgemäßen Kunstkopfaufnahmesystems in der Art
einer Explosionszeichnung,
- Fig. 2 eine Seitenansicht der mechanischen Komponenten des er-
findungsgemäßen Kunstkopfaufnahmesystems in der Art
einer Explosionszeichnung,
- 15 Fig. 3 eine Seitenansicht von links der auf der Schulternachbildung
montierten Kopfnachbildung mit dem entsprechenden Ohr-
einsatz,
- Fig. 4 eine Aufsicht auf die Kopfgrundplatte,
- Fig. 5 eine Seitenansicht der auf einem Stativ angebrachten Kopf-
nachbildung ohne Ohreinsatz,
- 20 Fig. 6 verschiedene Ansichten des linken Ohreinsatzes,
- Fig. 7 drei Schnitte bzw. Ansichten zur Passung des linken Ohr-
einsatzes in die Kopfnachbildung,
- Fig. 8 das Blockschaltbild der signalverarbeitenden Kunstkopf-
elektronik für den linken Kanal,
- 25 Fig. 9 das Blockschaltbild des Stromversorgungsteils für die
Kunstkopfelektronik,

Fig. 10 die Freifeld-Außenohrübertragungsfunktion für Schalleinfall horizontal von vorn, gemessen an einer repräsentativen Versuchsperson,

5 Fig. 11 die Übertragungsfunktionen des Kunstkopftzerrers, getrennt für den linken und den rechten Kanal,

Fig. 12 die Schaltung des Kunstkopftzerrers, dargestellt nur für den linken Kanal,

10 Fig. 13 die spektrale Leistungsdichtefunktionen des elektrischen Grundrauschens des Kunstkopfsystems, getrennt für den linken und den rechten Kanal, und die der Hörschwelle entsprechende Rauschleistungsdichte.

Fig. 1 zeigt in Form einer Explosionszeichnung die Frontansicht der wesentlichen mechanischen Komponenten des erfindungsgemäßen Kunstkopfaufnahmesystems, wie sie sich dem Anwender bei äußerer
15 Betrachtung zeigen. Fig. 2 zeigt die entsprechende Seitenansicht. Die Kopfnachbildung(1) trägt links und rechts seitlich die Ohrmuschelnachbildungen(102) und (202). Jede Ohrmuschelnachbildung (102, 202) ist fest verbunden mit einem zylindrischen Körper (101), (201) und bildet so den jeweiligen Ohreinsatz (100), (200), der einfach
20 aus der Kopfnachbildung(1) seitlich herauszunehmen und ebenso einfach wieder einzusetzen ist. Im Bereich der Nasenspitze der Kopfnachbildung(1) befindet sich eine optisch transparente Stelle(22) als funktioneller Teil einer in die Kopfnachbildung integrierten optischen Projektionseinrichtung(25), die es erlaubt, den Kopf auf ein
25 "Ziel", in der Regel auf eine Schallquelle oder einen akustischen Fixpunkt im Aufnahmeaum auszurichten. Dabei wird die Anordnung entsprechend Fig. 1 bzw. Fig. 2 so gedreht, daß die fest mit

der Kopfnachbildung(1) verbundene Projektionseinrichtung(25) eine Lichtmarke auf den jeweiligen Zielgegenstand projiziert.

Die Kopfnachbildung(1), die fest verbunden ist mit der Kopfgrundplatte (40), wird im Normalfall auf die Schulternachbildung(300) auf-
5 gesetzt und mittels einer Schnellklemmverbindung dort verriegelt. Die Schulternachbildung(300) wird ihrerseits im Normalfall auf den Kasten(400) aufgesetzt, wobei die Führungsstangen (306), (307) durch die Löcher (414), (415) in das Innere des Kastens(400) eingeführt wer-
den; dann werden Schulternachbildung(300) und Kasten(400) mittels
10 Schraube (416) und Gewindeloch (305) miteinander verbunden. Der Kasten (400) ist so geformt, daß er in Verbindung mit der Schulternachbildung (300) in grober Näherung den Oberkörper einer repräsentativen Versuchsperson nachbildet. Der Kasten (400) als unterer
Teil der Oberkörpernachbildung enthält einerseits den größeren
15 Teil (418) der zum erfindungsgemäßen Betrieb notwendigen Elektronik, andererseits den Raum (403) und die Befestigungsmittel (405), (406), (407), (408), (409), (410) für eine kleine hochqualitative Magnetband-
Aufzeichnungsanlage, bestehend z. B. aus einer Kommandereinheit (419) und einem kleinen analogen Magnetbandgerät (420) oder aus
20 einem sog. PCM-Adapter(421) und einem kleinen Videorecorder (422). Um zu verhindern, daß die unvermeidbaren mechanischen Laufgeräusche des Bandaufzeichnungsgerätes(420) oder (422) im Aufnahme-
raum hörbar werden oder sogar über die Mikrofone (130), (230) aufgenommen werden, ist der untere Raum (403) des Kastens (400) mit
25 schallabsorbierendem Material (404) ausgekleidet und ist die Klappe (401) mit akustischem Dichtband (402) versehen, so daß der untere Raum (403) des Kastens (400) bei geschlossener Klappe (401) eine schalldichte Kapsel bildet.

Seitlich am Kasten(400) ist ein Buchsenfeld(412) zum Anschluß der Versorgungsspannungszuführung, der Signalausgangsleitungen und einer Fernbedienung für das im Kasten befindliche Magnetbandgerät(420) oder(422) vorgesehen. Die ebenfalls am Kasten(400) angebrachte Aussteuerungsanzeige(413) ermöglicht es dem Benutzer, ohne weitere Hilfsmittel die korrekte Aussteuerung des bei Betrieb im Kasten(400) nicht sichtbaren Magnetbandgerätes(420) oder(422) zu kontrollieren. Das am Boden des Kastens(400) eingebrachte Gewinde(411) dient zur Befestigung des Kastens(400) auf einem Stativ.

Fig. 4 zeigt die normalerweise fest mit der Kopfnachbildung(1) verschraubte Kopfgrundplatte(40). Zur Verbindung der Kopfnachbildung(1) mit der Schulternachbildung(300) dienen das Zentrierloch(41) und die Bajonettlöcher(42), (43) in der Kopfgrundplatte(40). Beim Vorgang des Aufsetzens der Kopfnachbildung(1) mit der fest verbundenen Kopfgrundplatte(40) auf die Schulternachbildung(300) wird die Kopfnachbildung(1) zunächst so weit an die Schulternachbildung(300) herangebracht, daß der Zentrierstift(301) in das Zentrierloch(41) greift. Bei weiterer Annäherung muß die Kopfnachbildung(1) um den im Eingriff befindlichen Zentrierstift(301) so gedreht werden, daß die Bajonettraststifte(302) und(303) in die Bajonettlöcher(42) und(43) eintauchen können. Nur in dieser Stellung kann die Kopfnachbildung(1) mit der Kopfgrundplatte(40) flächig berührend auf die Schulternachbildung(300) aufgesetzt werden. Eine anschließend vorzunehmende Drehung im Uhrzeigersinn der Kopfnachbildung(1) gegen die Schulternachbildung(300) verbindet beide Teile durch den Kraft- und Formschluß der Bajonettraststifte(302), (303) in den Bajonettlöchern(42), (43) miteinander.

In das Loch(45) der Kopfgrundplatte(40) ist bei betriebsfähiger Montage aller Einzelteile ein mehrpoliger Stecker oder eine mehrpolige Buchse(45) eingesetzt, die eine schnell zu lösende elektrische Verbindung der im Innern der Kopfnachbildung(1) angebrachten Mikro-
5 fone(130), (230) bzw. Impedanzwandler(131), (231) mit der im Kasten (400) untergebrachten Elektronik(418) erlaubt. Das Loch(44) in der Kopfgrundplatte(40) mit einem für Stative gängigen Gewinde ist unter einem solchen Winkel gegen die Flächennormale eingebracht, daß bei Verschraubung mit einem senkrecht stehenden Stativ(50) - vgl.
10 Fig. 5 - die Kopfnachbildung(1) die erfindungsgemäße Neigung zur Horizontalen und Lotrechten einnimmt, entsprechend der experimentell ermittelten ungezwungen eingenommenen Kopfneigung einer repräsentativen Versuchsperson. Dieselbe erfindungsgemäße Neigung der Kopfnachbildung(1) wird bei Montage auf der auf horizontalen Fläche stehenden Schulternachbildung(300) erreicht. Fig. 3
15 zeigt eine Seitenansicht dieses Falles.

Fig. 6 zeigt den linken Ohreinsatz(100) - stellvertretend auch für den entsprechend aufgebauten rechten Ohreinsatz(200) - in verschiedenen Schnitten bzw. Ansichten. Fig. 3 zeigt den linken Ohreinsatz(100) in erfindungsgemäßer Position in der Kopfnachbildung(1). Diese Position wurde durch stereometrische Übertragung der Lage-
20 relation zwischen der Ohrmuschelstruktur und den Bezugsbereichen (18), (19), (20), (21) des Gesichtes von einer repräsentativen Versuchsperson auf die Kopfnachbildung(1) ermittelt. Die Einhaltung dieser
25 Lagerrelation bei gleichzeitig vom Benutzer auszutauschender Ohrmuschel wird im erfindungsgemäßen System dadurch gewährleistet, daß die Ohrmuschel(102) fest verbunden ist mit einem zylindrischen Körper(101) mit nicht rotationssymmetrischer Querschnittfläche und

der zylindrische Körper (101) in ein mit der Kopfnachbildung (1) fest verbundenes Rohrstück (4) mit mechanischem Tiefenanschlag einzustecken ist (vgl. Fig. 7). Die nicht rotationssymmetrische Ausbildung der Querschnittfläche des eine Passung mit dem zylindrischen Rohr (2) bildenden zylindrischen Körpers (101) verhindert eine Verdrehung der Ohrmuschelnachbildung (102) gegen ihre vorbestimmte Fixierung relativ zur Geometrie der Kopfnachbildung (1). Der durch Nuten (106), (107), (108) und Gegenstücke (8), (10), (12) ausgeführte Tiefenanschlag für das Einschieben von zylindrischem Körper (101) in das Rohr (2) ist so angebracht, daß die Ohrmuschelnachbildung (101) den an einer repräsentativen Versuchsperson vorgefundenen Abstand von der seitlichen Kopfoberfläche hat. Die der Ohrmuschelnachbildung (102) zugewandte stirnseitige Oberfläche (103) des zylindrischen Körpers (101) ist auf der Basis einer Nachbildung des entsprechenden Kopfoberflächenausschnittes einer repräsentativen Versuchsperson nur soweit gegen diesen verändert, daß nach Einschieben des zylindrischen Körpers (101) in das zugeordnete Rohr (4) bis zum mechanischen Anschlag die äußere stirnseitige Oberfläche (103) des zylindrischen Körpers (101) allseits stetig in den umgebenden Oberflächenbereich (6) der Kopfnachbildung (1) übergeht (vgl. Fig. 7). Die der Ohrmuschelnachbildung (102) abgewandte stirnseitige Oberfläche (104) des zylindrischen Körpers (101) ist als Aufnahme für das Mikrofon (130) und den Impedanzwandler (131) ausgeführt. Die zylindrische Materialausnehmung (111) nimmt das Mikrofon (130) des Typs 4166 des dänischen Herstellers Brüel + Kjaer /29/ so auf, daß einerseits ein erfindungsgemäß vorgegebenes Koppelungsvolumen (112) und ein ebenso vorgegebenes Stück (113) einer Ohrkanalnachbildung verbleibt und andererseits das Mikrofon (130), das mit dem Impedanzwandler (131) verschraubt wird, durch die Verschraubung des

Impedanzwandler (131) mit der Stirnfläche (104) des zylindrischen Körpers (101) in der erfindungsgemäßen Position fixiert ist. Die Gewindelöcher (109), (110) nehmen die Befestigungsschrauben für den Impedanzwandler (131) auf.

- 5 Der Raum zwischen Mikrofon (130) und der Eingangsebene (114) der Ohrkanalnachbildung - bestehend aus den Teilräumen Koppelungs-
volumen (112) und Stück Ohrkanal (113) - ist in seinem Volumen und
seinen linearen Abmessungen so gewählt, daß sich in Verbindung
mit der akustischen Eingangsimpedanz des verwendeten Mikrofons
10 nach /29/ eine akustische Hohlraumresonanz bei 12 kHz einstellt.
Diese Resonanz, die vorzugsweise oberhalb der oberen Grenzfrequenz des Mikrofons (130) angesiedelt ist, wird erfindungsgemäß
als passive und damit rauschfreie Verstärkung zur Erhöhung des
Signal/Rauschabstandes im Frequenzbereich der Hohlraumresonanz
15 und damit praktisch zur Erhöhung der Mikrofondgrenzfrequenz im
Kunstkopfsystem benutzt, verglichen mit der konstruktiv vorbestimmten oberen Grenzfrequenz des Mikrofons (130) bei Betrieb im
freien Schallfeld.

- Die den behaarten Partien des menschlichen Kopfes entsprechende
20 Fläche der Kopfnachbildung (1) ist mit schallabsorbierendem Material (17) belegt (vgl. Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 5). Auch die Oberfläche der Schulternachbildung (300), insbesondere der den Ohrmuschelnachbildungen (102) und (202) direkt zugewandte Oberflächen-
teil ist mit schallabsorbierendem Material (308) belegt. Die äußere
25 Oberfläche des Kastens (400) ist ebenfalls mit akustisch absorbierendem Material (417) belegt.

Fig. 8 und Fig. 9 zeigen das schematisierte Blockschaltbild der gesamten Kunstkopfelektronik, bestehend aus dem Stromversorgungsteil der Fig. 9 und aus zwei gleich aufgebauten Signalzweigen entsprechend Fig. 8. Das Stromversorgungsteil (Fig. 9) ist wahlweise mit der örtlichen Netzspannung oder aus Batterien mit vorzugsweise 12 V zu betreiben; es erzeugt mit Hilfe der Gleichspannungswandler (532) und (533) die zum Betrieb der Schaltung nach Fig. 8 notwendigen Betriebsspannungen. Das Umschaltrelais (531) ist so beschaltet, daß mit Anlegen der örtlichen Netzspannung an den entsprechenden Eingang des Stromversorgungsteiles (530) eine ggf. gleichzeitig angeschlossene Batterie vom Eingang des Gleichspannungswandler (532) getrennt wird und die signalverarbeitende Elektronik entsprechend Fig. 8 aus dem Lichtnetz versorgt wird. Mit Abschalten der Netzspannung schaltet das Umschaltrelais (531) automatisch auf Spannungsversorgung aus Batterien um.

Fig. 8 zeigt die signalverarbeitende Elektronik am Beispiel des linken Kanales. Der rechte Kanal ist völlig entsprechend aufgebaut. Das linke Mikrofon (130) des erfindungsgemäßen Systems ist mit dem in unmittelbarer Nähe innerhalb der Kopfnachbildung (1) angeordneten Impedanzwandler (131) verbunden, dessen Ausgangssignal über ein innerhalb des Kunstkopfhalses geführtes Kabel (132) mit einem Anschluß eines Umschalters (500) verbunden ist. Der Umschalter (500) verbindet entweder den Ausgang (507) des Impedanzwandlers (131) oder den Ausgang (508) eines Testtongenerators (501) mit dem Eingang des Kunstkopffentzerrers (502). Beim normalen Betrieb verbindet der Umschalter (500) den Ausgang (507) des Impedanzwandlers (131) mit dem Eingang des Kunstkopffentzerrers (502).

Der Ausgangspegel dieses Kunstkopftzerrers (502) wird über eine Spitzenwertanzeige (503) zur laufenden Kontrolle der Aussteuerung angezeigt. Das Ausgangssignal des Kunstkopftzerrers (502) wird verstärkt bzw. im Pegel umgesetzt auf z. B. symmetrische
5 Leitungsführung mit festgelegtem Bezugspegel. Danach steht das linke sog. Kunstkopfsignal am Ausgang (509) des Ausgangstreibers (504) zur Aufzeichnung oder Übertragung an.

Das rechte Kunstkopfsignal steht am Ausgang einer entsprechenden rechten Elektronik an, die ihrerseits aus dem rechten Mikrofon
10 (230), dem rechten Impedanzwandler (231), dem rechten Anschlußkabel (232), dem rechten Umschalter (600), dem rechten Kunstkopftzerrerr (602), dem rechten Testtongenerator (601), der rechten Spitzenwertanzeige (603) und dem rechten Ausgangstreiber (604) besteht.

Nach Umschaltung der mechanisch oder elektrisch gekoppelten
15 linken und rechten Umschalter (500) und (600) fungieren der linke und rechte Testtongenerator (501) und (601) als Ersatzspannungsquellen für die jeweilige Kombination aus Mikrofon (130) bzw. (230) und Impedanzwandler (131) bzw. (231). Die Testtongeneratoren (501) und (601) liefern bei einer in der akustischen Meßtechnik eingeführten Kali-
20 brierfrequenz von z. B. 240 Hz denselben Ausgangspegel wie der zugeordnete Impedanzwandler (131) bzw. (231) bei Beaufschlagung des jeweiligen Mikrofons (130) bzw. (230) mit einem eingeführten Kalibrierschallpegel von z. B. 94 dB im freien Schallfeld. Diese Umschaltmöglichkeit von Mikrofon auf Testtongenerator erlaubt
25 es dem Kunstkopfanwender, seine nachgeschaltete Aufzeichnungs- oder Übertragungsanlage so einzustellen oder so zu kalibrieren,

daß der Übertragungsfaktor "über alles", d.h. vom akustischen Einangssignal des Kunstkopfes bis zum akustischen Ausgangssignal des Wiedergabewandlers, z.B. des Kopfhörers (506) und (606) einen vorbestimmten Wert annimmt. Für den Fall der erfindungs-
5 gemäßen originalgetreuen Übertragung würde dieser Übertragungsfaktor gerade gleich 1 sein müssen.

Nach einer solchen Kalibrierung würden für den normalen Betrieb die gekoppelten Umschalter (500) und (600) in die in Fig. 8 gezeichnete Stellung gebracht werden. Die entsprechend Fig. 8 vorverarbeiteten
10 Mikrofonsignale können dann von den Ausgängen (509), (609) der Ausgangstreiber (504), (604) abgegriffen und übertragen oder auf Magnetband aufgezeichnet oder unmittelbar über Lautsprecher oder angepaßte Kopfhörer wiedergegeben werden. Da sich derzeit noch keine einheitliche, z.B. genormte Übertragungsfunktion für
15 am Markt erhältliche Kopfhörer durchgesetzt hat, enthält die Kunstkopfelektronik (400) zwei Kopfhörerentzerrer (505), (605), die auf geeignete Kopfhörer (506), (606) abgestimmt sind. Diese Kopfhörer sind - dem erfindungsgemäßen Grundanspruch folgend - so ausgewählt oder so konstruiert, daß sie den großen Dynamikbereich des
20 erfindungsgemäßen Kunstkopfaufnahmesystems, insbesondere bei sehr tiefen und sehr hohen Frequenzen, ohne hörbare Verzerrungen wiederzugeben vermögen.

Fig. 10 zeigt die Freifeld-Außenohrübertragungsfunktion einer repräsentativen Versuchsperson bei Schalleinfall horizontal von vorn. Man erkennt hierin viele charakteristische Einbrüche und
25 Anhebungen - jeweils bezogen auf eine durch das Übertragungsmaß

bei tiefen Frequenzen vorgegebene Bezugslinie (als 0 dB in Fig. 10 gekennzeichnet). Die Anhebungen(551) und(552) und der Einbruch(553) sind speziell der akustischen Wirkung der Schulter zuzuschreiben.

Die anderen Strukturen ergeben sich aus dem akustischen Zusammenwirken von Kopf, Ohrmuschel und Gehörgang. für das erfindungsgemäße Kunstkopfaufnahmesystem gilt nun u. a. die Forderung, daß die entsprechend gemessene Übertragungsfunktion der Zusammenschaltung von Kunstkopf und Kunstkopfentzerrer gleich der repräsentativen Übertragungsfunktion eines Meßmikrofons (z. B. B+K 4134 /29/ der Firma Brüel und Kjaer) sein muß. Hieraus ergeben sich die Soll-Übertragungsfunktionen(560) und(660) der Kunstkopfentzerrer(502) und(602). Zu diesen Soll-Übertragungsfunktionen wird mit einem selbst approximierenden Digitalrechnerprogramm ein aktives Entzerrernetzwerk der in Fig. 12 gezeigten Struktur berechnet. Fig. 11 zeigt die am so realisierten System gemessenen Übertragungsfunktionen(560) und(660) der Kunstkopfentzerrer(502) und(602). Die Struktur des in Fig. 12 anhand seiner Schaltung dargestellten Kunstkopfentzerrers(502), (602) ist z. B. von Platte in /10/ ausführlich beschrieben.

Fig. 13 zeigt die spektralen Rauschleistungsdichten(562) und(662) des linken und des rechten Kanales des erfindungsgemäßen Kunstkopfaufnahmesystems im Vergleich mit der der menschlichen Hörschwelle entsprechenden Rauschleistungsdichte(570) (vgl. z. B. Zwicker et. al. /28/). Man erkennt, daß die menschliche Hörschwelle(570) im Bereich der jeweiligen Rauschleistungsdichte(562), (662) des Kunstkopfaufnahmesystems liegt, d. h. das Grundrauschen des menschlichen Gehörs liegt in der Größenordnung des erfindungs-

gemäßen Kunstkopfaufnahmesystems. Im mittleren Frequenzbereich zwischen etwa 300 Hz und etwa 10 kHz liegt die Rauschleistungsdichte (562), (662) des Kunstkopfaufnahmesystems in der hier beschriebenen derzeitigen Ausführungsform noch bis zu 5 dB über
5 der Rauschleistungsdichte (570) des menschlichen Gehörs; diese Eigenschaft ist jedoch entsprechend den Ansprüchen 18 und 19 in der praktischen Ausführung noch weiter optimierbar. Die geringen Unterschiede in der Rauschleistungsdichte des linken und des rechten Kanales sind aus den geringen Unterschieden der Übertragungsfunktionen (560), (660) der beiden Kunstkopfantzerrer (502), (602) zu er-
10 klären. Wie bereits vorher beschrieben, ist jeder dieser Entzerrer unter Einbeziehung der meßtechnisch ermittelten linken und rechten Kunstkopfübertragungsfunktion so berechnet und so realisiert, daß das linke Mikrofon (130) mit dem linken Impedanzwandler (131) und
15 dem linken Kunstkopfantzerrer (502) dieselbe Übertragungsfunktion (550) für Schalleinfall horizontal von vorn approximiert wie das rechte Mikrofon (230) mit dem rechten Impedanzwandler (231) und dem rechten Kunstkopfantzerrer (602). Fig. 11 zeigt die Übertragungsfunktionen (560) und (660) des linken und des rechten Kunstkopfantzerrers.
20

Die durch die Elemente (300) und (400) gebildete Oberkörpernachbildung ist mit akustisch absorbierendem Material (417) belegt.

Der Kasten (400) wirkt als unterer Teil der durch (400) und (300) gebildeten Oberkörpernachbildung, insbesondere als Gehäuse für
25 die zum erfindungsgemäßen Betrieb des Systems erforderlichen elektrischen, elektronischen und elektromechanischen Komponenten.

Der Kasten enthält insbesondere eine transport- und betriebsfähige Aufnahme (405), (406) oder (407), (408), (409), (410) für eine kleine Magnetbandaufzeichnungsanlage (420) oder (421), (422).

5 Die der behaarten Fläche des natürlichen Kopfes entsprechende Oberfläche der Kopfnachbildung (1) ist mit akustisch absorbierendem Material (17) belegt.

10 Der Raum (112), (113), (212), (213) zwischen dem Ohrkanaleingang (114), (214) - definiert durch den Boden der Haupthöhle (115), (215) der Ohrmuschelnachbildung (102), (202) - und der Membran des am anderen Ende des zylindrischen Körpers (10), (20) angekoppelten Mikrofons (130), (230) ist in seinem Volumen und in seinen linearen Abmessungen so ausgebildet ist, daß sich eine akustische Resonanz bei 12 kHz einstellt.

15 Diese akustische Resonanz bei 12 kHz, die insbesondere oberhalb der Mikrofongrenzfrequenz liegt, wirkt wie ein dem Mikrofon (130), (230) vorgeschalteter passiver Verstärker, der den im freien Schallfeld mit dem Mikrofon (130), (230) nutzbaren Frequenzbereich nach oben erweitert und den Störabstand vergrößert.

20 Dabei ist das verwendete Mikrofon (130), (230) hinsichtlich seines Äquivalentvolumens so ausgewählt oder so konstruiert, daß eine Einstellung dem vorher Gesagten möglich ist.

Die verwendeten Mikrofone (130), (230) sind, insbesondere in ihren konstruktiven Parametern, so ausgelegt oder so ausgewählt oder

in ihren Betriebsparametern so eingestellt, daß die Rauschleistungsdichte (562), (662) der Mikrofone - gemessen im erfindungsgemäßen System - die der menschlichen Hörschwelle äquivalente Rauschleistungsdichte (570) nicht oder nur wenig übersteigt, d.h.
5 das Grundrauschen der Mikrofone (130), (230) völlig oder zumindest nahezu unhörbar bleibt.

Die Mikrofone (130), (230) sind so konstruiert oder ausgewählt oder mit solchen Betriebsparametern betrieben, daß Schaltsignale mit Pegeln im Bereich der typischen menschlichen Schmerzschwelle
10 keine hörbaren oder störenden Verzerrungen durch die Mikrofone erfahren.

Insbesondere kann ein leistungsfähiges Kompandersystem (419) beispielsweise TELCOM c4 von AEG-Telefunken integraler Bestandteil der im Kasten (40) angeordneten Elektronikkomponenten
15 sein, so daß es möglich ist, Breitbandigkeit, Rauscharmut und hohe Dynamik des erfindungsgemäßen Kunstkopfes auch bei Wiedergabe als Aufzeichnung auf analogem Magnetband zu erhalten.

Alternativ dazu kann auch ein sogenannter PCM-Adapter (421) zur Aufzeichnung der Signale am Ausgang (509), (609) auf Magnetband in
20 PCM-Technik integraler Bestandteil der in der Oberkörpernachbildung (300), (400) angeordneten Elektronikkomponenten sein, welcher es erlaubt, Breitbandigkeit zu erhalten.

Dabei sind zwei speziell auf den Kunstkopf abgestimmte Entzerrungsfilter (502), (602) mit den Übertragungsfunktionen (560), (660)
25 integraler Bestandteil der im Kasten (400) untergebrachten Elektronikkomponenten.

Insbesondere sind Gleichspannungswandler (532), (533) zur Betriebsspannungsversorgung insbesondere der Komponenten (418), (419) aus Batterien integraler Bestandteil der in der Oberkörperrnachbildung (300), (400) untergebrachten Elektronikkomponenten.

- 5 An einer von außen gut sichtbaren Stelle des Kastens (400) oder der Schulternachbildung (300) oder der Kopfnachbildung (1) sind Betriebs- und Funktionskontrollanzeigen (413) angebracht.

- 10 Der Kasten (400) oder die Schulternachbildung (300) trägt insbesondere fest montierte Stecker oder Buchsen (412) zum Anschluß von Versorgungs-, Ausgangs- und Steuerleitungen und zum Anschluß eines Fernbedienungsteils für ein innenliegendes Magnetbandgerät (420) oder (422).

- 15 Die Schulternachbildung (300) ist so ausgebildet und mit zwei Führungsstangen (306), (307) so versehen, daß sie als Teil einer Sitzlehne oder anstelle einer Kopfstütze oder als Teil hiervon insbesondere in einem Fahrzeug angebracht werden kann und dort außer der akustischen Funktion für den Kunstkopf noch die schützende, stützende oder einen Aufprall mildernde Funktion desjenigen Sitzteiles oder Stützteiles übernimmt, an dessen Stelle die Schulternachbildung (300)
20 eingesetzt ist. Dabei ist die Kopfnachbildung mittels einer Schnellklemmverbindung auf der Schulternachbildung (300) befestigt.

Diese Schnellklemmverbindung ist vorzugsweise als Bajonettverschluß mit den Teilen (41), (42), (43), (301), (302), (303) ausgebildet.

Die Kopfnachbildung(1) ist zur einfachen und genauen Ausrichtung relativ zu einer Schallquelle fest verbunden mit einer Peileinrichtung(24) oder einer lichtoptischen Projektionseinrichtung(25), durch die ein eindeutiger Aufpunkt in einer durch die Kopfgeometrie vorgegebenen Richtung auf einem entfernt in dieser Richtung befindlichen Gegenstand oder Körper festgelegt wird.

Die lichtoptische Projektionseinrichtung(25), die insbesondere als Lichtzeiger funktioniert, ist innerhalb der Kopfnachbildung(1) angebracht und fest mit dieser verbunden und projiziert eine Lichtmarkierung auf einen entfernt in der durch die Ausrichtung der Kopfnachbildung(1) bestimmten Richtung befindlichen Gegenstand oder Körper.

Die mit der Kopfnachbildung(1) verbundene Peileinrichtung(24) besteht insbesondere aus zwei Kopfoöffnungen(22), (23), die - ähnlich Kimme und Korn einer Waffe - das "Zielen" auf einen entfernten Gegenstand erlauben.

Dabei liegt die durch die Peileinrichtung(24) oder Projektionseinrichtung(25) festgelegte Richtung, vorzugsweise genau in der horizontalen Ebene (14) durch die Ohrkanaleingänge (116), (216) und gleichzeitig in der akustischen oder mechanischen Symmetrieebene (15) der Kopfnachbildung (1).

Vorzugsweise ist schließlich ein dem jeweiligen Mikrofon (130), (230) zugeordneter Pegeltongenerator (501), (601) integraler Bestandteil der im Kasten (400) untergebrachten Elektronikkomponenten,

der eine Ausgangsspannung bei z. B. 240 Hz entsprechend der
Ausgangsspannung des jeweiligen Mikrofons (130), (230) bei einem
festgelegten Schalldruckpegel (z. B. 94 dB) am Ort der Kopfnach-
bildung (1) liefert und nach Umschaltung vom jeweiligen Impedanz-
5 wandlerausgang (507), (607) auf den Ausgang (508), (608) des Pegelton-
generators (501), (601) die Kalibrierung der gesamten nachfolgenden
Elektronik bis hin zum Wiedergabekopfhörer (506), (606) gestattet.

Der untere Teil des Kastens (400) ist als schalldichte Kapsel um
das Laufgeräusche verursachende Magnetbandgerät (420) oder (422)
10 ausgeführt, deren eine Wand durch die schalldicht schließende
Klappe (401) gebildet ist.

Die schalldichte Kapsel ist im unteren Teil des Kastens (400) zu-
sätzlich mit schallabsorbierendem Material (403) ausgekleidet. So-
wohl die Schulternachbildung (300) als auch der Kasten (400) sind am
15 Boden mit einem gebräuchlichen Stativgewinde (305), (411) versehen.

Der Tiefenanschlag jedes zylindrischen Körpers (101), (201) im je-
weiligen zylindrischen Rohrstück (2), (3) ist ausgeführt durch je drei
Nuten (106), (107), (108) bzw. (206), (207), (208) in den zylindrischen Kör-
pern (101), (201) und entsprechenden Gegenstücken (8), (10), (12) bzw. (9)
20 (11), (13) in den zylindrischen Rohrstücken (2), (3).

Literatur

- /1/ DE BOER, K. und Vermeulen, R.: Eine Anlage für einen Schwerhörigen. Philips Technische Rundschau 4 (1939), 329 - 332
- 5 /2/ NORDLUND, B und LIDEN, G.: An artificial head. Acta oto-laryng 56 (1963), 493 - 499
- /3/ SCHIRMER, W.: Die Richtcharakteristik des Ohres. Hochfrequenztechn. u. Elektroakust. 72 (1963), 39 - 48
- /4/ DAMASKE, P. und WAGENER, B.: Richtungshörversuche über einen nachgebildeten Kopf. Acustica 21 (1969), 30 - 35
- 10 /5/ KUERER, R. und PLENKE, G. und WILKENS, H.: Verfahren zur hörrichtigen Aufnahme und Wiedergabe von Schallereignissen und Vorrichtung zu seiner Durchführung. Deutsche Patentanmeldung 19 27 401 vom 29.05.1969
- 15 /6/ MELLERT, V.: Construction of a dummy head after new measurements of threshold of hearing. J. acoust. Soc. Amer. 51 (1972), 1359 - 1361
- /7/ BURKHARD, M.D. and SACHS, R.M.: Anthropometric manikin for acoustic research. J. acoust. Soc. Amer. 58 (1975), 214 - 222
- 20 /8/ HUDDE, H. und SCHROETER, J.: Verbesserungen am Neumann-Kunstkopfsystem. Vortrag während der 5. Fachtagung

Hörrundfunk der NTG in Mannheim, 5. - 7. 3. 1980; abgedruckt z.B. in Rundfunktechnische Mitteilungen 25 (Sept. 1981), 5 - 10

- 5 /9/ BLAUERT, J.: Räumliches Hören. Hirzel Verlag, Stuttgart 1974
- /10/ PLATTE, H. J.: Zur Bedeutung der Außenohrübertragungseigenschaften für den Nachrichtenempfänger "menschliches Gehör". Dissertation an der Technischen Hochschule Aachen, 1979
- 10 /11/ LAWS, P.: Untersuchungen zum Entfernungshören und zum Problem der Im-Kopf-Lokalisiertheit von Hörereignissen. Dissertation an der Technischen Hochschule Aachen, 1972.
- /12/ PLATTE, H. -J. und LAWS, P. und VOM HÖVEL, H.: Anordnung zur genauen Reproduktion von Ohrsignalen. Fortschritte der Akustik; Physik Verlag Weinheim (1975), 361 - 363
- 15 /13/ PLATTE, H. J. und LAWS, P.: Die Vorne-Ortung bei der kopfbezogenen Stereophonie. Radio Mentor Electronic 42 (1976), 97 - 100
- 20 /14/ GEORG NEUMANN GmbH, Berlin: Kunstkopf KU 80 bzw. KU 80i im Katalog des Lieferprogramms 1980
- /15/ GENUIT, K. und PLATTE, H. -J.: Überlegungen zur

Substitution des natürlichen Außenohres durch elektroakustische Mittel. Fortschritte der Akustik - Plenarvorträge und Kurzreferate der DAGA '80, München. VDE-Verlag GmbH, Berlin (1980), 779 - 782

- 5 /16/ MÄWELL, R. J. and BURKHARD, M. D.: Larger ear replica for KEMAR manikin. J. acoust. Soc. Amer. 65 (1979), 1055 - 1058
- 10 /17/ KUHN, G. F.: The pressure transformation from a diffuse sound field to the external ear and to the body and head surface. J. acoust. Soc. Amer. 65 (1979), 991 - 1000
- 15 /18/ HUDDE, H. and SCHROETER, J.: The equalization of artificial heads without exact replication of the eardrum impedance. Acustica 44 (1980), 301 - 307
- 15 /19/ KNOWLES ELECTRONICS, Inc.: Datasheet Subminiature Transducer BT-1759.
- 20 /20/ WOLLHERR, H.: Mikrofonankopplung an das Außenohr eines neuen Kunstkopfes. Sonderdruck der Rundfunktechnischen Mitteilungen (1981), 27 - 31; außerdem Patentanmeldung P 31 01 264.7
- 20 /21/ SCHOENE, P.: Kopfbezogene Stereophonie. Funkschau (1980), 79 - 84
- 20 /22/ SCHOENE, P.: Der Signalrauschabstand von Kunstköpfen. Fortschritte der Akustik - Plenarvorträge und Kurzreferate

der DAGA '80, München. VDE-Verlag GmbH, Berlin
(1980), 835 - 838

- 5 /23/ DANILENKO, L.: Kunstkopf-Stereofonie im Fernsehen.
 Vortrag vor der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft,
 Köln (1980)
- 10 /24/ GENUIT, K. und PLATTE, H. -J.: Untersuchungen zur Rea-
 lisation einer richtungsgetreuen Übertragung mit elektro-
 akustischen Mitteln. Fortschritte der Akustik - Plenarvor-
 träge und Kurzreferate der DAGA '81, Berlin. VDE-Ver-
 lag GmbH, Berlin (1981), 629 - 632
- /25/ SCHOENE, P.: Zur Nutzung des Realisierungsspielraumes
 in der kopfbezogenen Stereofonie. Rundfunktechnische Mit-
 teilungen (1980), 1 - 11
- 15 /26/ WEBER, R. und MELLERT, V.: Ein Kunstkopf mit "ebenem"
 Frequenzgang. Fortschritte der Akustik - Plenarvorträge
 und Kurzreferate der DAGA '78, Bochum. VDE-Verlag
 GmbH, Berlin (1978), 645 - 648
- /27/ KLEINER, M.: Problems in the design and use of "dummy
 heads". Acustica 41 (1978), 183 - 193
- 20 /28/ ZWICKER, E. und FELDTKELLER, R.: Das Ohr als Nach-
 richtenempfänger. Hirzel Verlag, Stuttgart (1967)
- /29/ BRUEL + KJAER: Condenser Microphones and Microphone
 Preamplifiers. Theory and Application Handbook 1977.

1719/ot/mü
25. Juli 1983

Herr Dipl. -Ing. Klaus Genuit
Erkwiesenstr. 14, 5100 Aachen-Richterich

Patentansprüche

1. Elektroakustisches Schallaufnahmesystem, insbesondere für
hochwertige elektroakustische Übertragungstechnik und akustische
Meßtechnik, bei dem zwei in einem als Kopfnachbildung ausge-
führten akustischen Beugungskörper (1) angebrachte Mikrofone
5 (130), (230) so an das äußere Schallfeld angekoppelt werden und
die beiden elektrischen Ausgangssignale (510), (610) der beiden
Mikrofone (130), (230) nach entsprechender Verstärkung in elek-
tronischen Netzwerken (131), (231) so gefiltert werden, daß bei
angepaßter Wiedergabe über Kopfhörer (506), (606) eine original-
10 getreue Übertragung von Hörereignissen erreicht wird, dadurch
gekennzeichnet, daß die genaue Nachbildung der akustisch wich-
tigen geometrischen Strukturen von Kopf, Ohrmuscheln und
Schulter kombiniert wird mit speziellen akustischen, elektro-
akustischen und elektronischen Maßnahmen, die insbesondere
15 der Erreichung der "akustisch originaltreuen Übertragung" hin-
sichtlich einer Breitbandigkeit, eines großen Dynamikbereiches
und einer Rauscharmut wie beim menschlichen Gehör dienen.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß akustisch wichtige geometrische Abmessungen an der Kopfnachbildung (1) und an den Ohrmuschelnachbildungen (102), (202) über maßhaltige Abdrücke in plastischem Material den entsprechenden Abmessungen an ausgesuchten lebenden Personen (sog. Versuchspersonen) nachgebildet sind.
3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopfnachbildung (1) insbesondere ein maßgetreues Abbild des Kopfes einer solchen Versuchsperson darstellt, deren Kopf in guter Näherung durchschnittliche Abmessungen aufweist.
4. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ohrmuschelnachbildungen (102), (202) insbesondere maßgetreue Abbilder der Ohrmuscheln einer solchen Versuchsperson darstellen, deren Außenohrübertragungsfunktionen sich als repräsentativ für viele Versuchspersonen erwiesen haben in dem Sinne, daß viele Versuchspersonen bei der Kopfhörerwiedergabe solcher Signale, die mit der "Anordnung zur genauen Reproduktion von Ohrsignalen" /12/ an der Person mit als repräsentativ vermuteten Außenohrübertragungsfunktionen aufgezeichnet wurden, eine ausreichend geringe Häufigkeit gravierender Fehler bzgl. ihres räumlichen Hörens zeigen.
5. System nach den Ansprüchen 2 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß jede Ohrmuschelnachbildung (102), (202) fest verbunden ist mit einem zylindrischen Körper (101), (201) nicht rotations-symmetrischen Querschnitts, dessen der zugehörigen Ohr-

muschelnachbildung (102), (202) abgewandte Stirnseite (104), (204)
als Adapter für das jeweilige Mikrofon (130), (230) ausgebildet
ist und dessen der zugehörigen Ohrmuschelnachbildung (102),
(202) zugewandte Stirnseite (103), (203) eine Nachbildung des nicht
5 ebenen Oberflächenausschnittes des Kopfes der Versuchsperson
nach Anspruch 3 oder Anspruch 4 darstellt.

6. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopf-
nachbildung (1) links und rechts seitlich mit je einem Stück
eines im Kopfinneren befindlichen und an der äußeren Kopfober-
10 fläche endenden Rohres (2), (3) versehen ist, dessen innerer nicht
rotationssymmetrischer Querschnitt (4), (5) als Aufnahme im
Sinne einer Passung für den jeweiligen die Ohrmuschelnachbil-
dung (102), (202) tragenden zylindrischen Körper (101), (201)
nach Anspruch 5 fungiert und das dadurch ein einfaches Heraus-
15 nehmen und zugleich eindeutig bestimmtes Wiedereinsetzen des
jeweiligen zylindrischen Körpers (101), (201) erlaubt.

7. System nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß jedes
Rohrstück (2), (3) einen Tiefenanschlag oder eine Tiefenrastung
derart aufweist, daß der jeweilige zylindrische Körper (101), (201)
20 genau soweit von außen in das jeweilige Rohrstück (2), (3) einge-
schoben werden kann, daß die der zugehörigen Ohrmuschelnach-
bildung (102), (202) zugewandte Stirnseite (103), (203) des zylind-
rischen Körpers (101), (201) allseits bündig an die umgebende
äußere Oberfläche (6), (7) der Kopfnachbildung (1) anschließt.

8. System nach den Ansprüchen 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet,

daß die nicht rotationssymmetrischen Querschnittsflächen (105) (205) der zylindrischen Körper (101), (201) und die Querschnittsflächen (4) (5) der Rohrstücke (2) (3) vorzugsweise oval sind.

- 5 9. System nach den Ansprüchen 2, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrstücke (2) (3) und ihre Tiefenanschlügen oder Tiefenrastungen so in der Kopfnachbildung (1) angebracht und fest mit ihr verbunden sind, daß nach Einbringen der zylindrischen Körper (101), (201) die Ohrmuschelnachbildungen (102) (202) in gleicher räumlicher Relation zu Referenzpunkten (18), (19) 10 (20), (21) des Gesichtes der Kopfnachbildung (1) liegen, wie die Ohrmuscheln der Versuchsperson nach Anspruch 4 zu den entsprechenden Referenzpunkten ihres Gesichtes liegen.
- 15 10. System nach den Ansprüchen 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopfnachbildung (1) mit einer Kopfgrundplatte (40) verbunden wird und diese ihrerseits mit mechanischen Befestigungsmitteln (42), (43) für eine Schulternachbildung (300) und mit einem gebräuchlichen Stativgewinde (44) insbesondere derart 20 versehen ist, daß bei erfindungsgemäßer Befestigung der Kopfnachbildung (1) auf der Schulternachbildung (300) oder auf einem senkrecht stehenden Stativ (50) die Kopfnachbildung (1) bezogen auf die Referenzpunkte (18), (19), (20), (21) gegen Horizontale und Vertikale genau so ausgerichtet ist wie der Kopf der Versuchsperson nach Anspruch 4 bei normaler Kopfhaltung.
- 25 11. System nach den Ansprüchen 1, 2, 3 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die der Kopfnachbildung (1) zugewandte Fläche (308)

- der Schulternachbildung (300) so geformt ist und einen solchen Abstand von der Ohrmuschelnachbildung (102), (202) aufweist, daß die bei Versuchspersonen durch die Schulter verursachten Anhebungen (551), (552) der Außenohrübertragungsfunktion (550) unterhalb von 1000 Hz auch am erfindungsgemäßen System auftritt, und daß die Außenohrübertragungsfunktion der Kopfnachbildung (1) für bestimmte Schalleinfallrichtungen einen eben- solchen Einbruch (553) geringer Güte um 1100 Hz aufweist, wie er auch an repräsentativen Versuchspersonen nachweisbar ist.
- 10 12. System nach den Ansprüchen 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die durch (300) und (400) gebildete Oberkörpernachbildung mit akustisch absorbierendem Material belegt ist (417).
- 15 13. System nach den Ansprüchen 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kasten (400) als unterer Teil der durch (400) und (300) gebildeten Oberkörpernachbildung insbesondere als Gehäuse für die zum erfindungsgemäßen Betrieb des Systems gemäß Anspruch 1 erforderlichen elektrischen, elektronischen und elektromechanischen Komponenten fungiert; es enthält insbesondere eine transport- und betriebsfähige Aufnahme (405),
20 (406) oder (407), (408), (409), (410) für eine kleine Magnetbandaufzeichnungsanlage (420) oder (421), (422).
- 25 14. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die der behaarten Fläche des natürlichen Kopfes entsprechende Oberfläche der Kopfnachbildung (1) mit akustisch absorbierendem Material (17) belegt ist.

15. System nach den Ansprüchen 1, 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum (112), (113), (212), (213) zwischen dem Ohrkanaleingang (114), (214) - definiert durch den Boden der Haupthöhlung (115), (215) der Ohrmuschelnachbildung (102), (202) - und der
- 5 Membran des am anderen Ende des zylindrischen Körpers (101), (201) angekoppelten Mikrofons (130), (230) in seinem Volumen und in seinen linearen Abmessungen so ausgebildet ist, daß sich eine akustische Resonanz bei 12 kHz einstellt.
16. System nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die
- 10 akustische Resonanz bei 12 kHz insbesondere oberhalb der Mikrofongrenzfrequenz liegt und diese Resonanz um 12 kHz wie ein dem Mikrophon (130), (230) vorgeschalteter passiver Verstärker wirkt, der den im freien Schallfeld mit dem Mikrophon (130), (230) nutzbaren Frequenzbereich nach oben erweitert und
- 15 den Störabstand vergrößert.
17. System nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Mikrophon (130), (230) hinsichtlich seines Äquivalentvolumens so ausgewählt oder so konstruiert ist, daß eine Einstellung gemäß Anspruch 15 möglich ist.
- 20 18. System nach Anspruch 15, 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß die verwendeten Mikrofone (130), (230) insbesondere in ihren konstruktiven Parametern so ausgelegt oder so ausgewählt sind oder deren Betriebsparameter so eingestellt werden, daß die Rauschleistungsdichte (562), (662) der Mikrofone - gemessen
- 25 im erfindungsgemäßen System entsprechend den Ansprüchen 1, 7, 9, 10, 11 - die der menschlichen Hörschwelle äquivalente

Rauschleistungsdichte (570) nicht oder nur wenig übersteigt, d.h. das Grundrauschen der Mikrofone (130), (230) völlig oder zumindest nahezu unhörbar bleibt.

- 5 19. System nach den Ansprüchen 1, 15, 16, 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrofone (130), (230) so konstruiert, so ausgewählt oder mit solchen Betriebsparametern betrieben werden, daß Schallsignale mit Pegeln im Bereich der typischen menschlichen Schmerzschwelle keine hörbaren oder störenden Verzerrungen durch die Mikrofone erfahren.
- 10 20. System nach den Ansprüchen 1, 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere ein leistungsfähiges Kompandersystem (419), z.B. TELCOM c4 von AEG-Telefunken, integraler Bestandteil im Kasten (400) angeordneten Elektronikkomponenten ist, welches es erlaubt, Breitbandigkeit, Rauscharmut und hohe
15 Dynamik des erfindungsgemäßen Kunstkopfes auch bei Wiedergabe einer Aufzeichnung auf analogem Magnetband zu erhalten.
- 20 21. System nach den Ansprüchen 1, 18, oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß alternativ zur Ausbildung nach Anspruch 20 auch ein sog. PCM-Adapter (421) zur Aufzeichnung der Signale am
Ausgang (509), (609) auf Magnetband in PCM-Technik integraler
Bestandteil der in der Oberkörpernachbildung (300), (400) angeordneten Elektronikkomponenten ist, welcher es erlaubt, Breitbandigkeit, Rauscharmut und hohe Dynamik auch bei der digitalen Speicherung auf Magnetband zu erhalten.

22. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere zwei speziell auf den Kunstkopf abgestimmte Entzerrungsfilter (502), (602) mit den Übertragungsfunktionen (560), (660) integraler Bestandteil der im Kasten (400) untergebrachten Elektronikkomponenten ist.
- 5
23. System nach den Ansprüchen 1, 13, 20, 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere Gleichspannungswandler (532) (533) zur Betriebsspannungsversorgung insbesondere der Komponenten (418), (419) aus Batterien integraler Bestandteil der in der Oberkörpernachbildung (300), (400) untergebrachten Elektronikkomponenten sind.
- 10
24. System nach den Ansprüchen 1 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere an von außen gut sichtbarer Stelle des Kastens (400) oder der Schulternachbildung (300) oder der Kopfnachbildung (1) Betriebs- und Funktionskontrollanzeigen (413) angebracht sind.
- 15
25. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Kasten (400) oder die Schulternachbildung (300) insbesondere fest montierte Stecker und Buchsen (412) zum Anschluß von Versorgungs-, Ausgangs- und Steuerleitungen und zum Anschluß eines Fernbedienungsteils für ein innen liegendes Magnetbandgerät (420) oder (422) trägt.
- 20
26. System nach den Ansprüchen 1 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schulternachbildung (300) so ausgebildet ist und mit

zwei Führungsstangen (306) (307) so versehen ist, daß sie als Teil einer Sitzlehne oder anstelle einer Kopfstütze oder als Teil hiervon insbesondere in einem Fahrzeug angebracht werden kann und dort außer der akustischen Funktion für den Kunst-
5 kopf noch die schützende, stützende oder einen Aufprall mildernde Funktion desjenigen Sitzteiles oder Stützteiles übernimmt, an dessen Stelle die Schulternachbildung (300) eingesetzt ist.

27. System nach den Ansprüchen 1 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopfnachbildung (1) mittels einer Schnellklemmver-
10 bindung auf der Schulternachbildung (300) befestigt ist.

28. System nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnellklemmverbindung nach Anspruch 27 insbesondere als Bejonettverschluß mit den Teilen (41), (42), (43), (301), (302), (303) ausgebildet ist.

15 29. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kopfnachbildung (1) zur einfachen und genauen Ausrichtung relativ zu einer Schallquelle fest verbunden ist mit einer Peileinrichtung (24) oder einer lichtoptischen Projektionseinrichtung (25), durch die ein eindeutiger Aufpunkt in einer durch die
20 Kopfgeometrie vorgegebenen Richtung auf einem entfernt in dieser Richtung befindlichen Gegenstand oder Körper festgelegt wird.

30. System nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtoptische Projektionseinrichtung (25) insbesondere als Licht-

zeiger funktioniert, welche innerhalb der Kopfnachbildung (1) angebracht und fest mit dieser verbunden ist und eine Lichtmarkierung auf einen entfernt in der durch die Ausrichtung der Kopfnachbildung (1) bestimmten Richtung befindlichen Gegenstand oder Körper projiziert.

31. System nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der Kopfnachbildung (1) verbundene Peileinrichtung (24) insbesondere aus zwei Kopföffnungen (22), (23) besteht, die - ähnlich Kimme und Korn einer Waffe - das "Zielen" auf einen entfernten Gegenstand erlauben.

32. System nach den Ansprüchen 29 und 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß die durch Peileinrichtung (24) oder Projektionseinrichtung (25) festgelegte Richtung vorzugsweise genau in der horizontalen Ebene (14) durch die Ohrkanaleingänge (116), (216) und gleichzeitig in der akustischen oder mechanischen Symmetrieebene (15) der Kopfnachbildung (1) liegt.

33. System nach den Ansprüchen 1 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß insbesondere ein dem jeweiligen Mikrofon (130), (230) zugeordneter Pegeltongenerator (501), (601) integraler Bestandteil der im Kasten (400) untergebrachten Elektronikkomponenten ist, der eine Ausgangsspannung bei z.B. 240 Hz entsprechend der Ausgangsspannung des jeweiligen Mikrofons (130), (230) bei einem festgelegten Schalldruckpegel (z.B. 94 dB) am Ort der Kopfnachbildung (1) liefert und nach Umschaltung vom jeweiligen Impedanzwandlerausgang (507), (607) auf den Ausgang (508), (608)

des Pegeltongenerators (501), (601) die Kalibrierung der gesamten nachfolgenden Elektronik bis hin zum Wiedergabekopfhörer (506), (606) gestattet.

- 5 34. System nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der untere Teil (403) des Kastens (400) als schalldichte Kapsel um das Laufgeräusche verursachende Magnetbandgerät (420) oder (422) ausgeführt ist, deren eine Wand durch die schalldicht schließende Klappe (401) gebildet wird.
- 10 35. System nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die schalldichte Kapsel im unteren Teil des Kastens (400) zusätzlich mit schallabsorbierendem Material (403) ausgekleidet ist.
- 15 36. System nach den Ansprüchen 10 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Schulternachbildung (300) als auch der Kasten (400) am Boden mit einem gebräuchlichen Stativgewinde (305), (411) ausgestattet ist.
- 20 37. System nach den Ansprüchen 7 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Tiefenanschlag jedes zylindrischen Körpers (101), (201) im jeweiligen zylindrischen Rohrstück (2), (3) ausgeführt ist durch je drei Nuten (106), (107), (108) bzw. (206), (207), (208) in den zylindrischen Körpern (101), (201) und entsprechenden Gegenstücken (8), (10), (12) bzw. (9), (11), (13) in den zylindrischen Rohrstücken (2), (3).

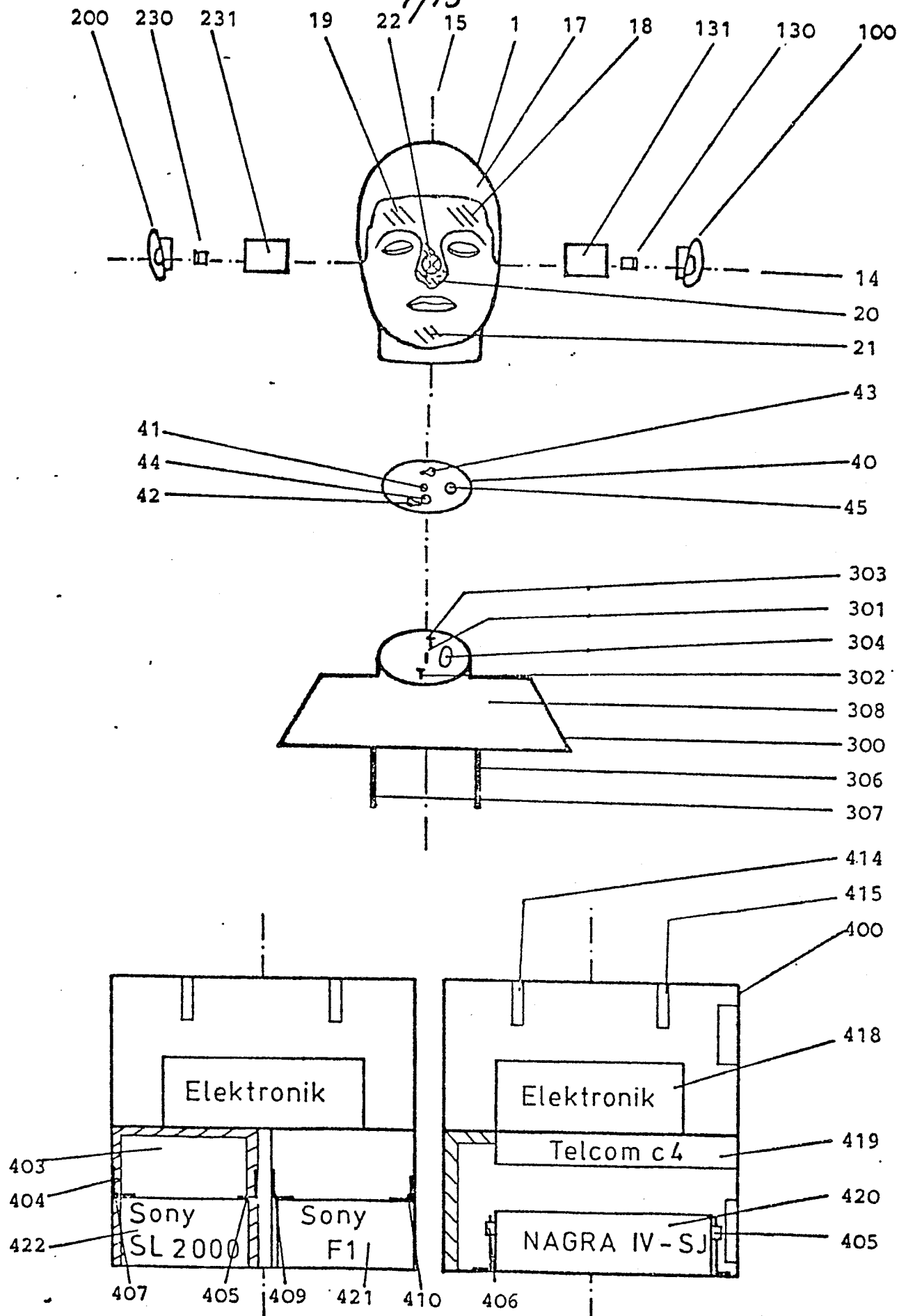


Fig. 1

2/13

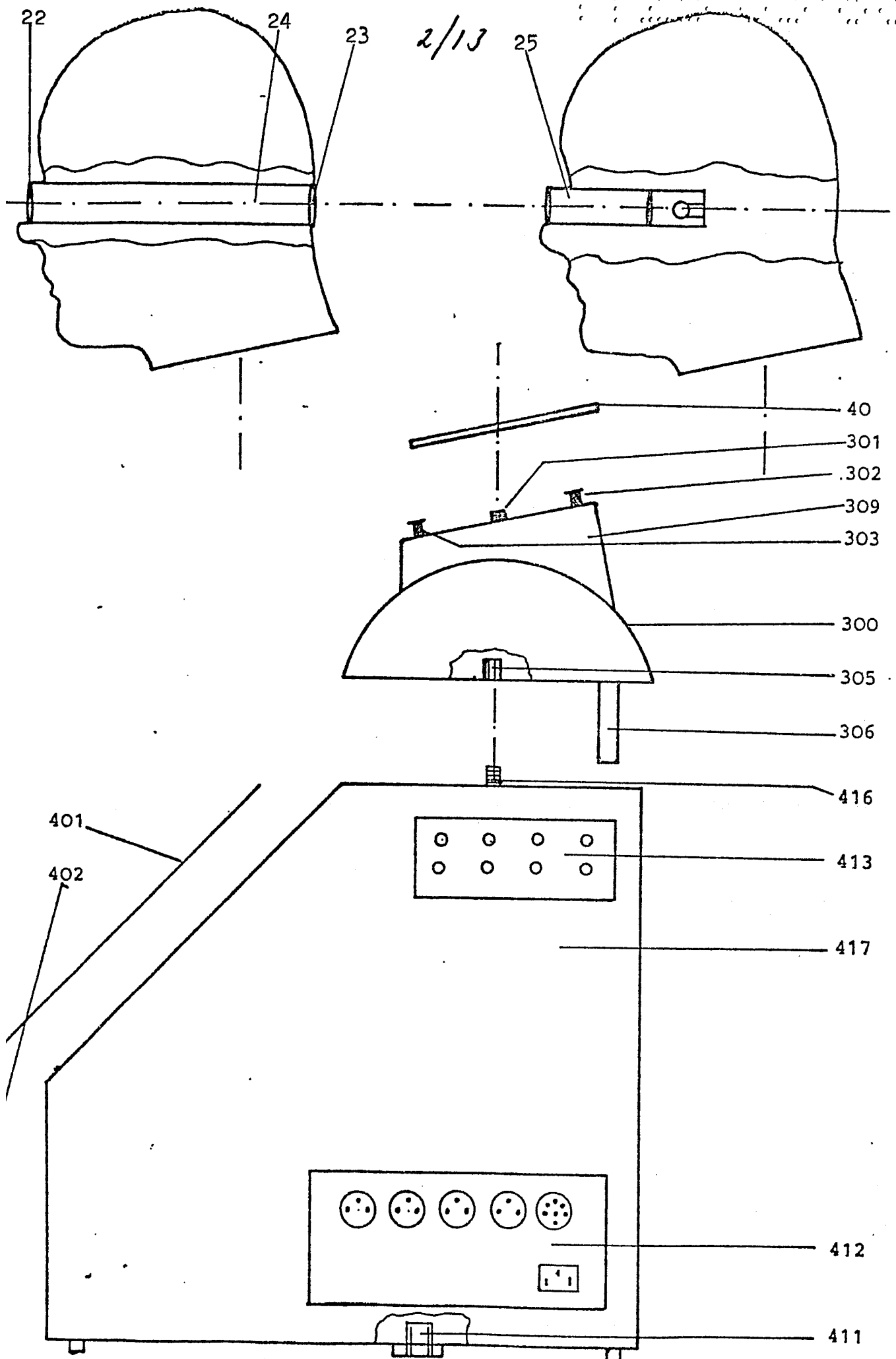
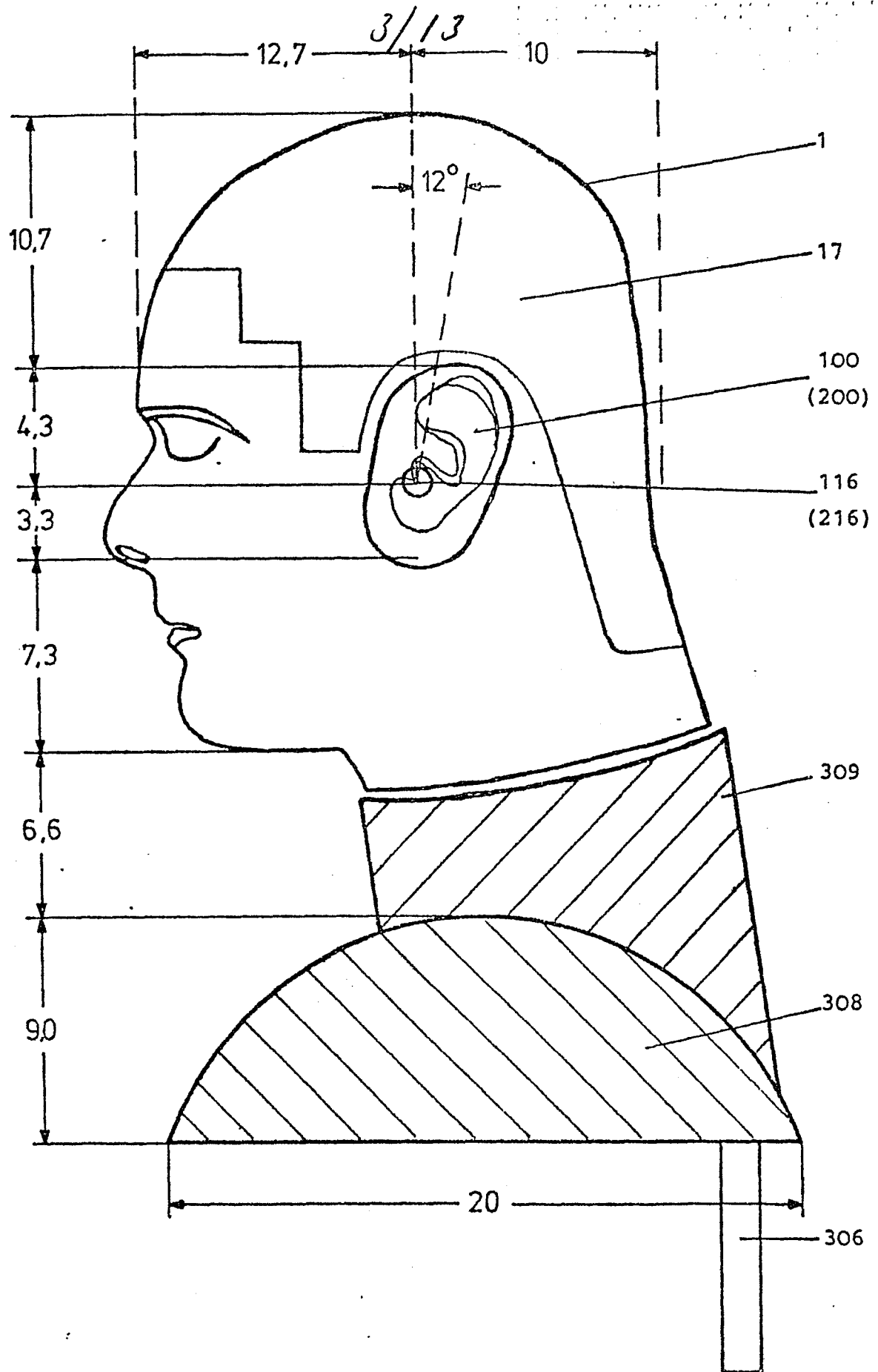


Fig. 2



() = entsprechend für die rechte Seite

Fig. 3

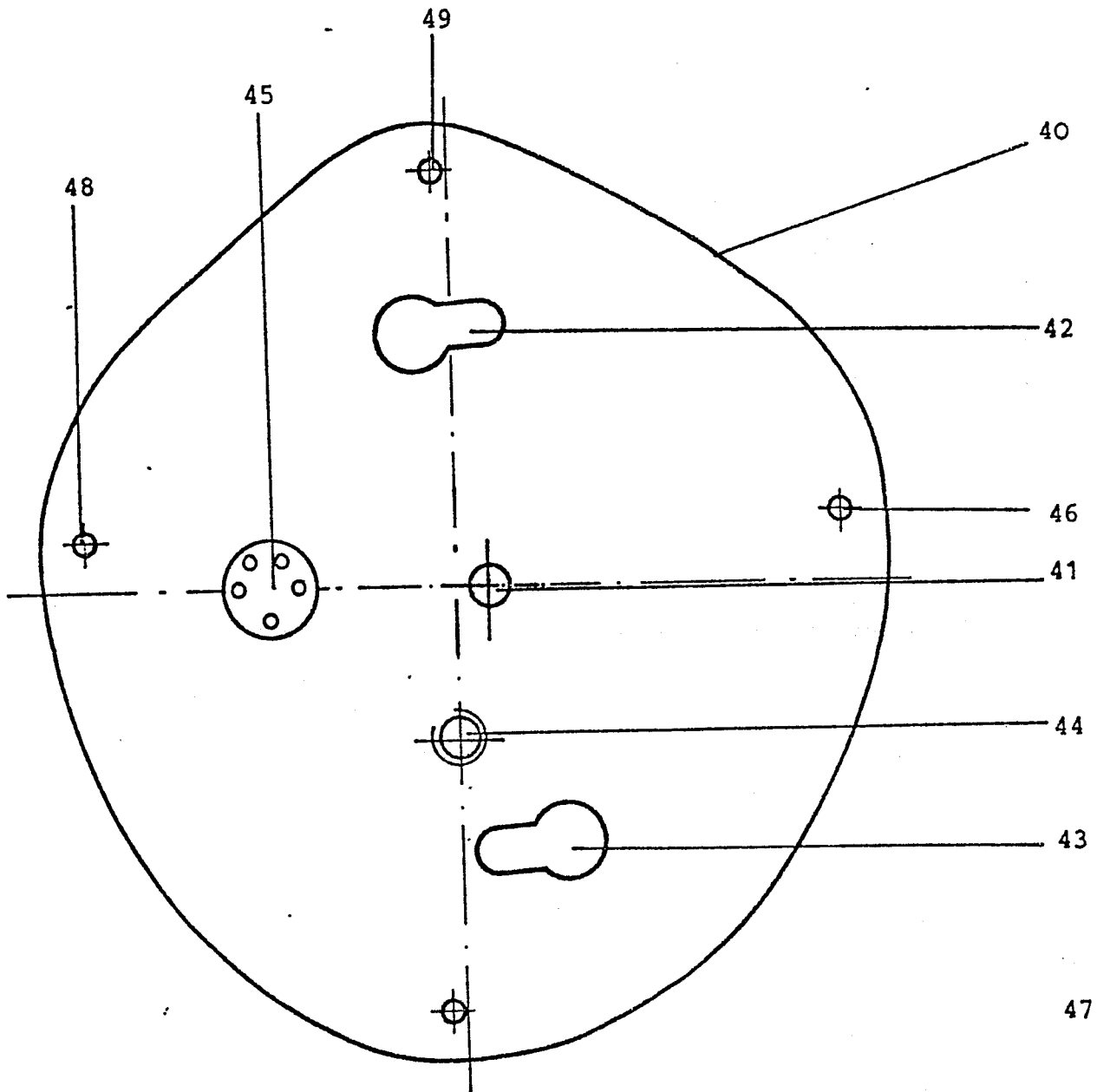
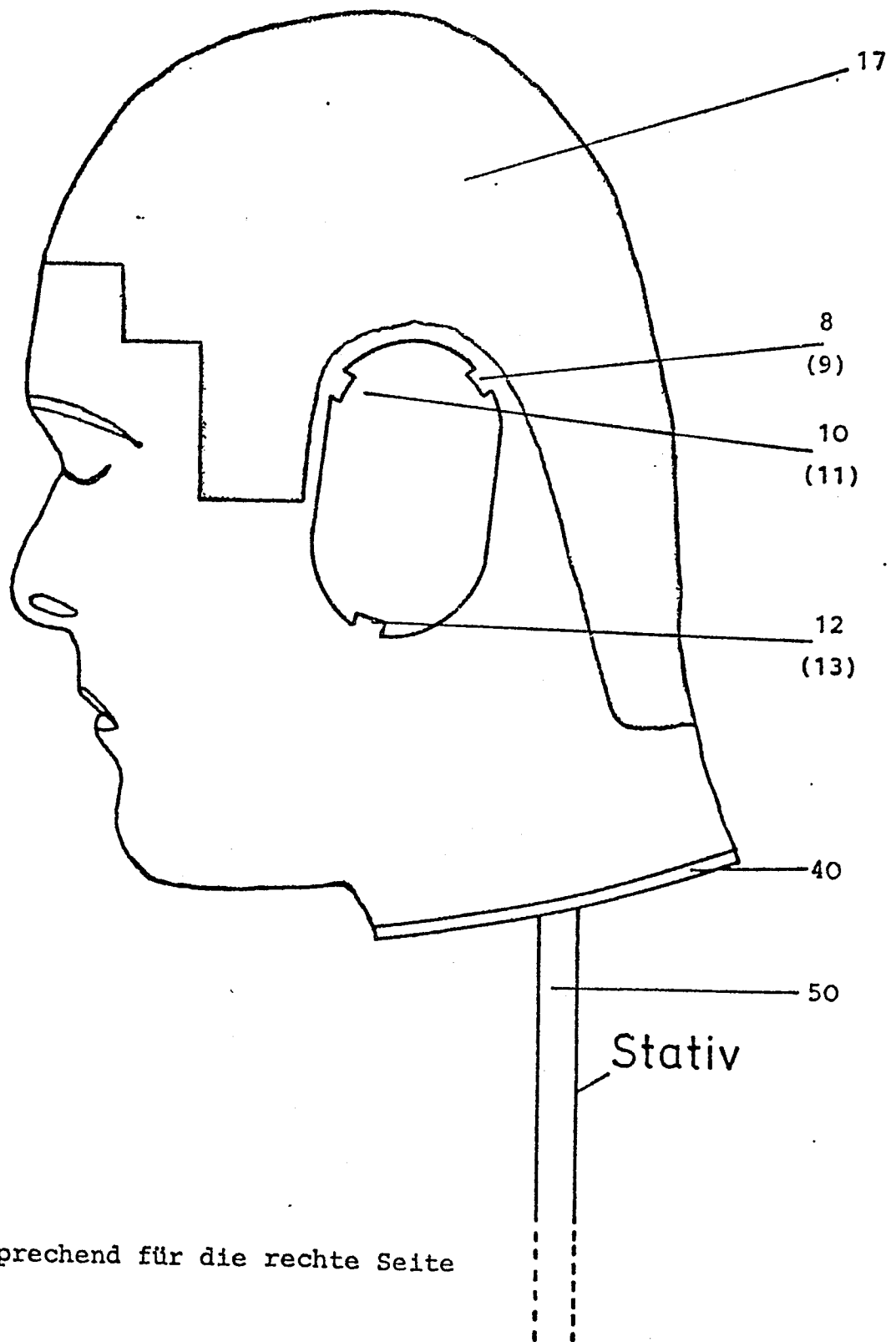
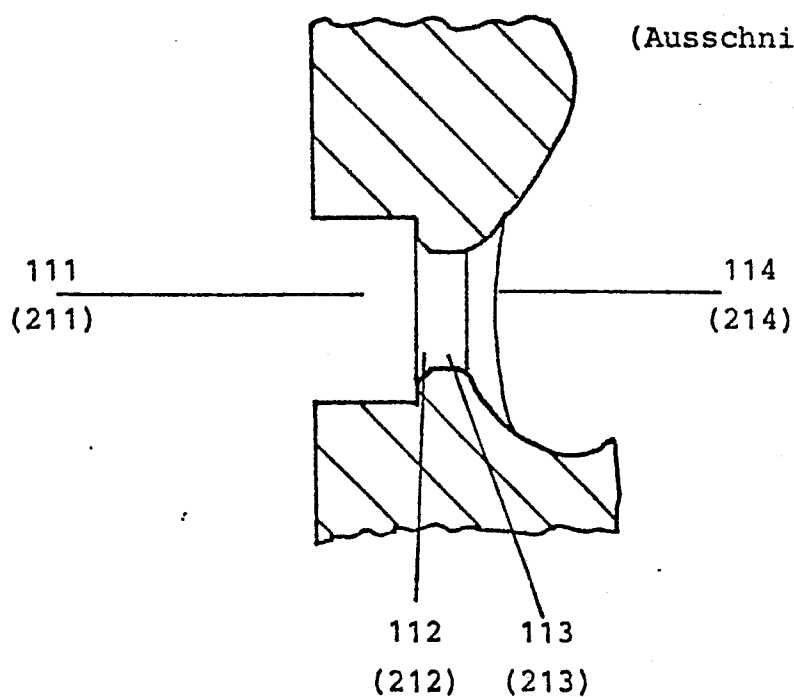
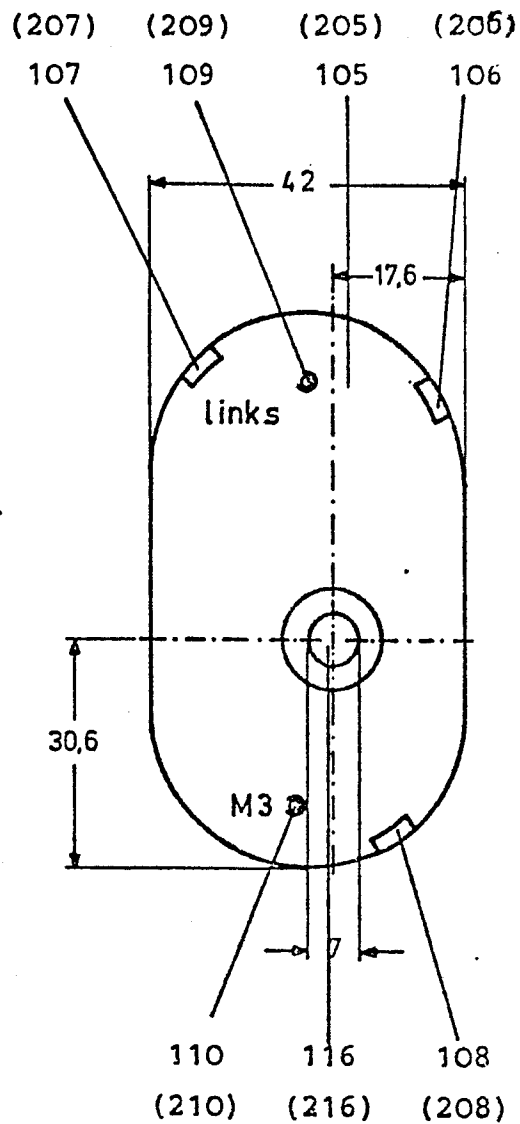
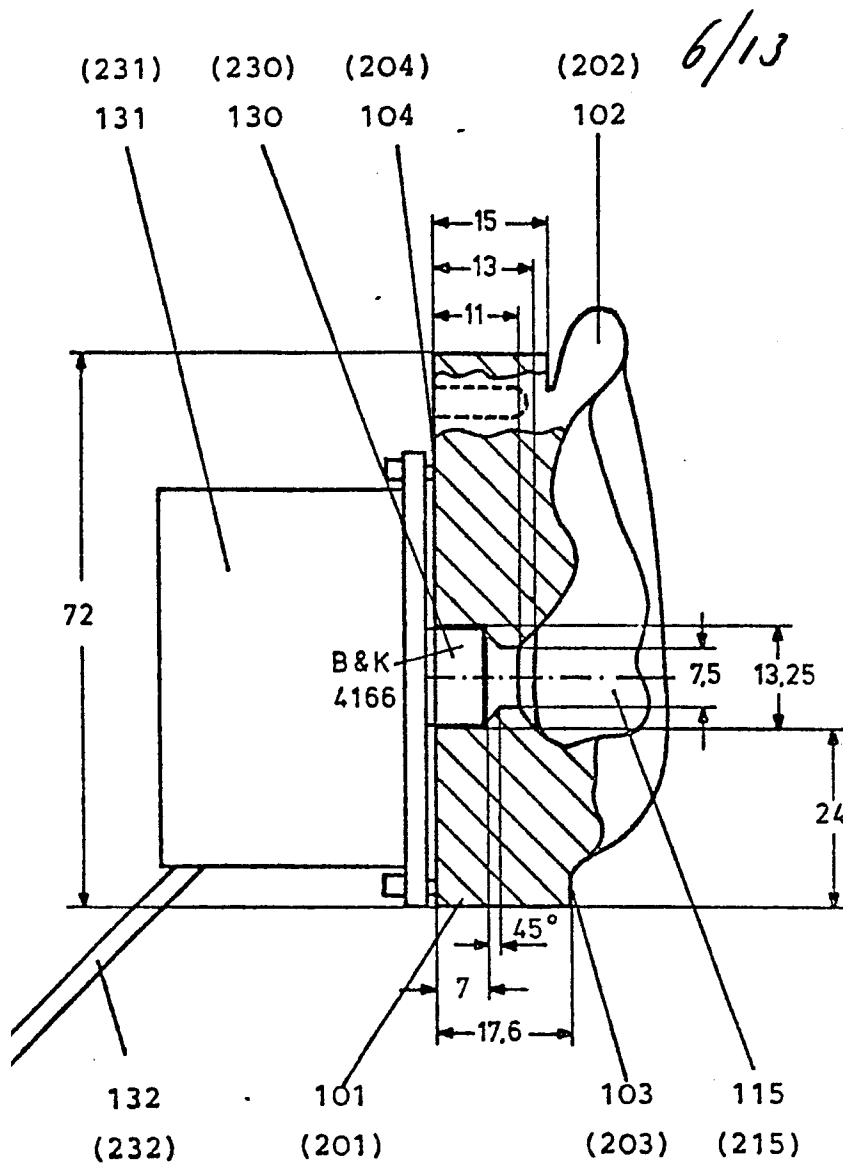


Fig. 4



() = entsprechend für die rechte Seite

Fig. 5

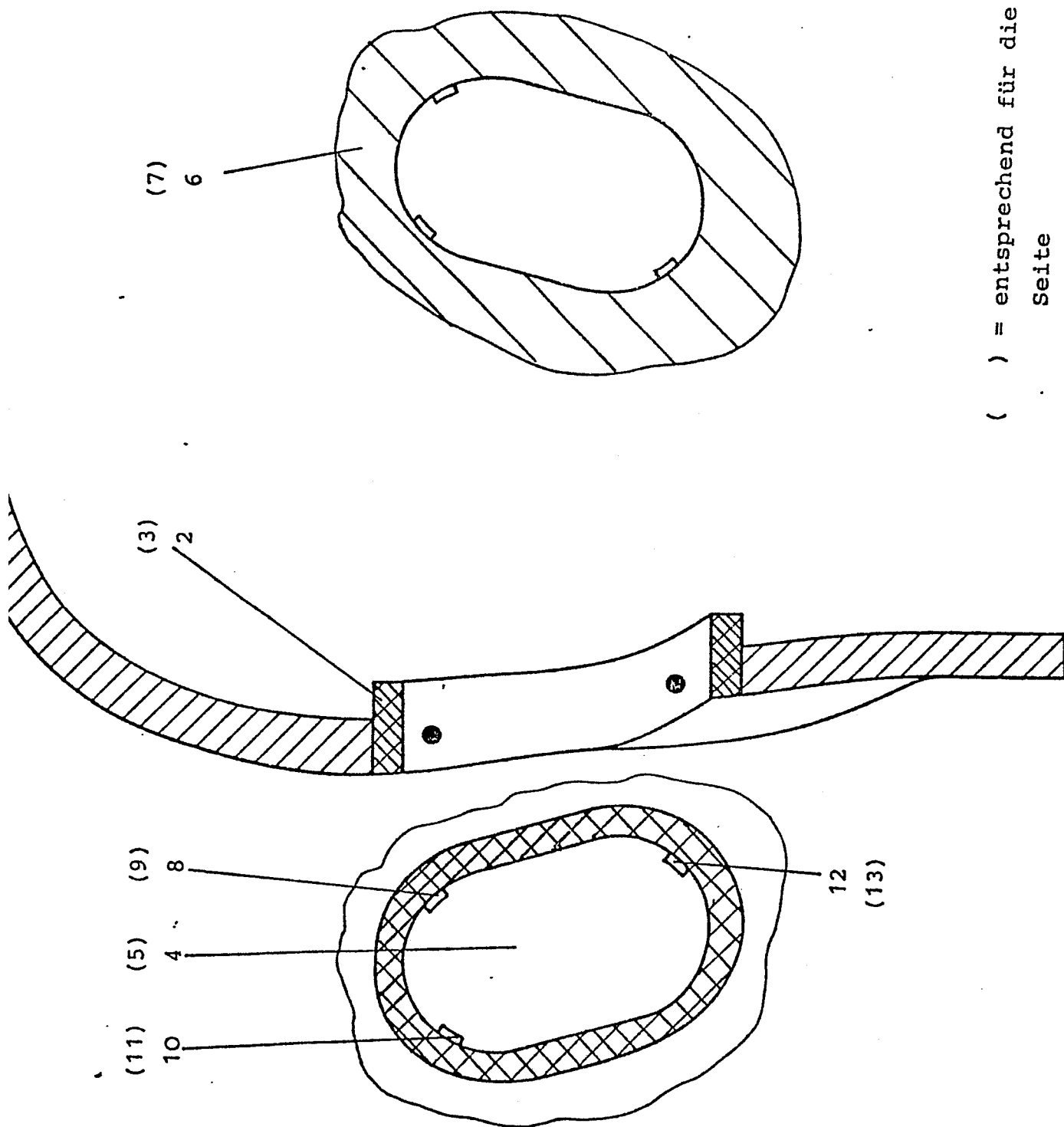


() = entsprechend für die rechte Seite

Fig. 6

11/13

0126783

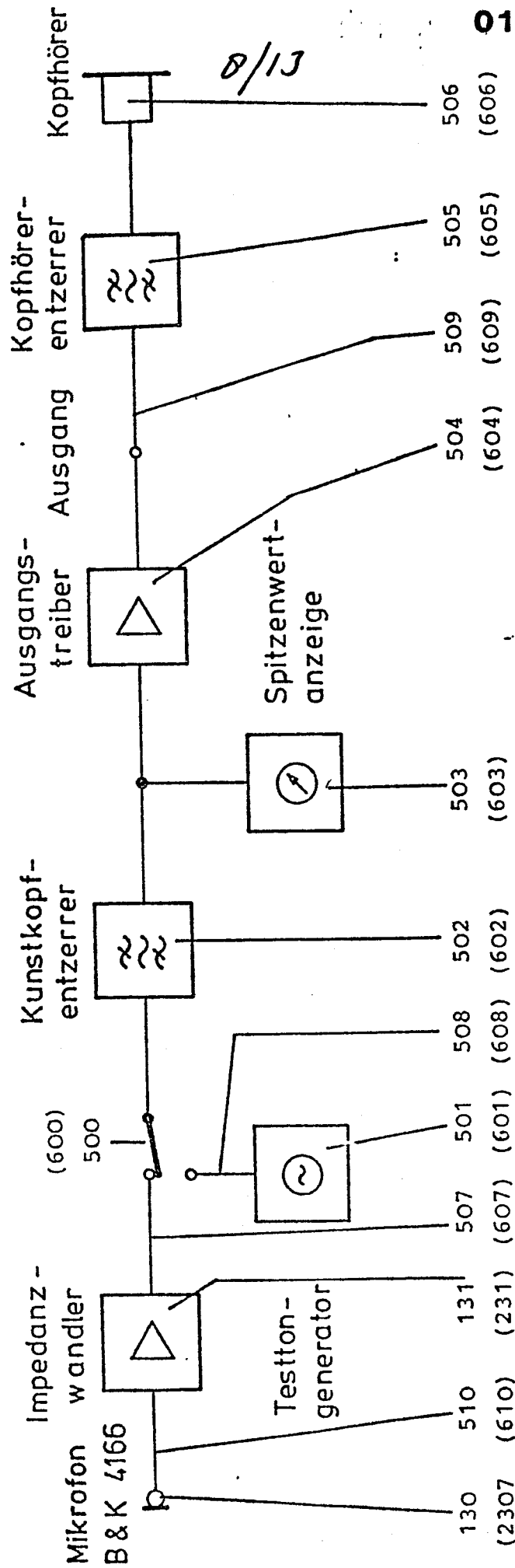


() = entsprechend für die rechte Seite

Fig. 7

Kunstkopfelektronik

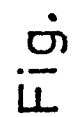
einkanaliges Blockschaltbild



0126783

() = entsprechend für den rechten Kanal

Fig. 8



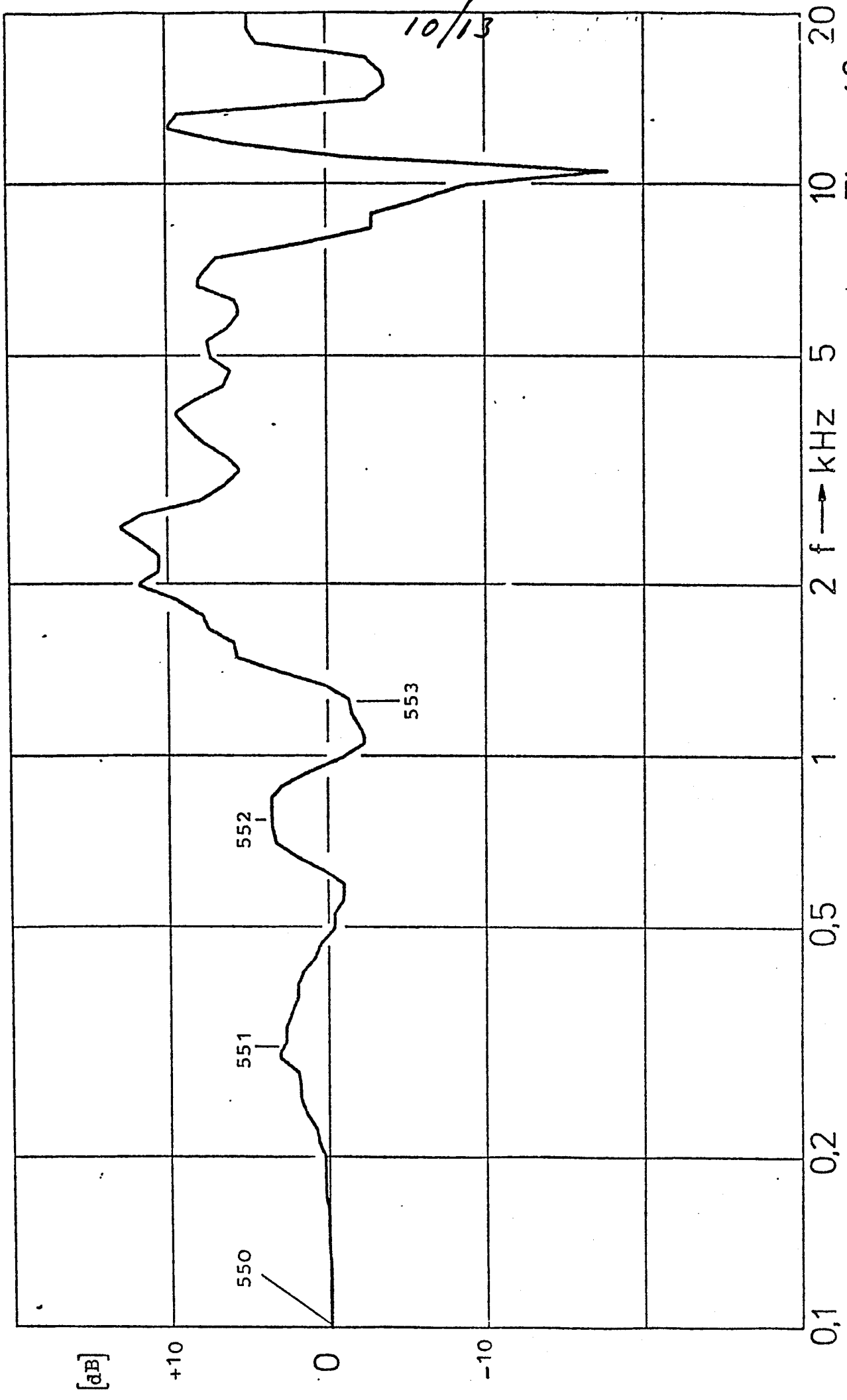


Fig. 10

0120100

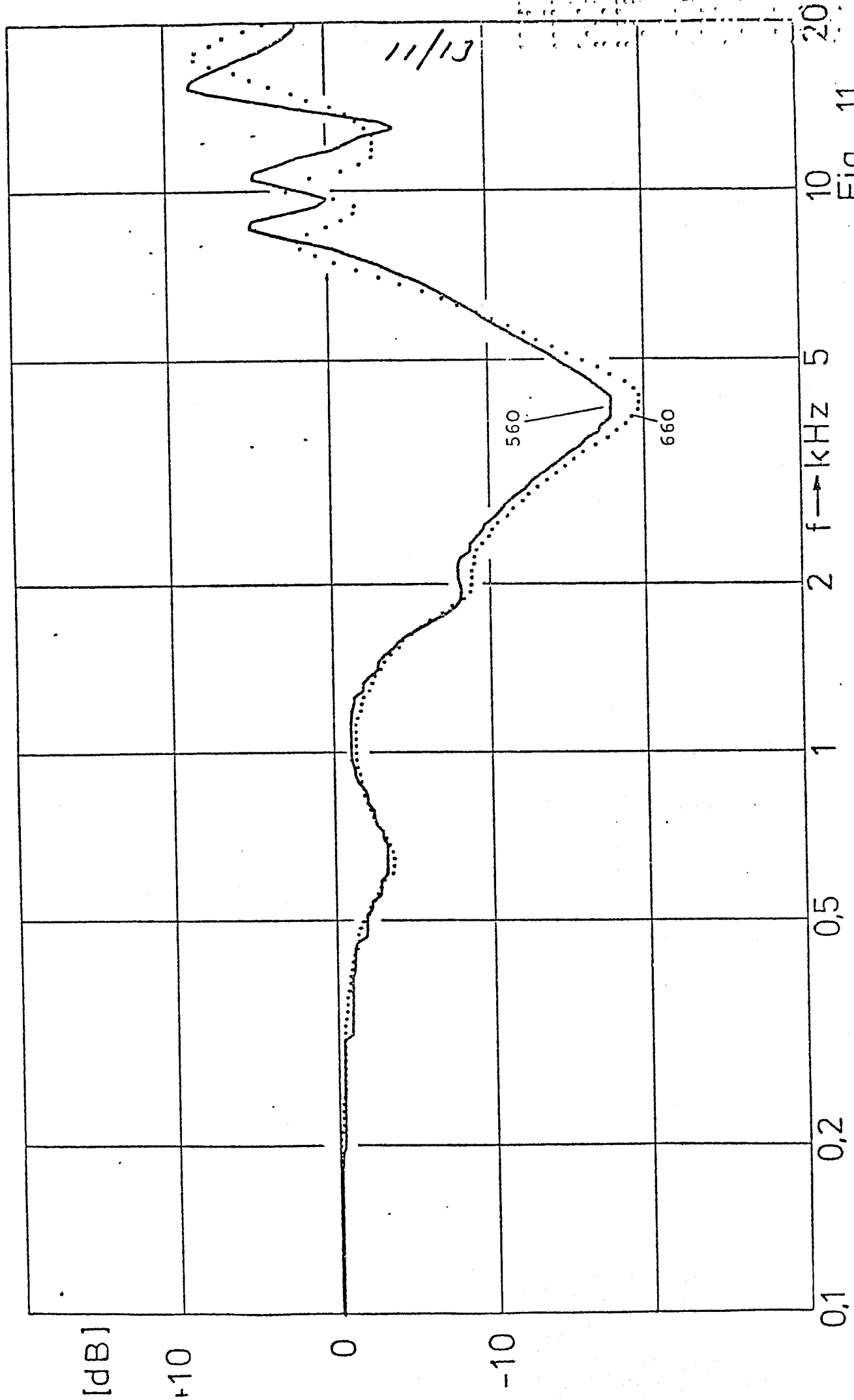


Fig. 11

12/13

0126783

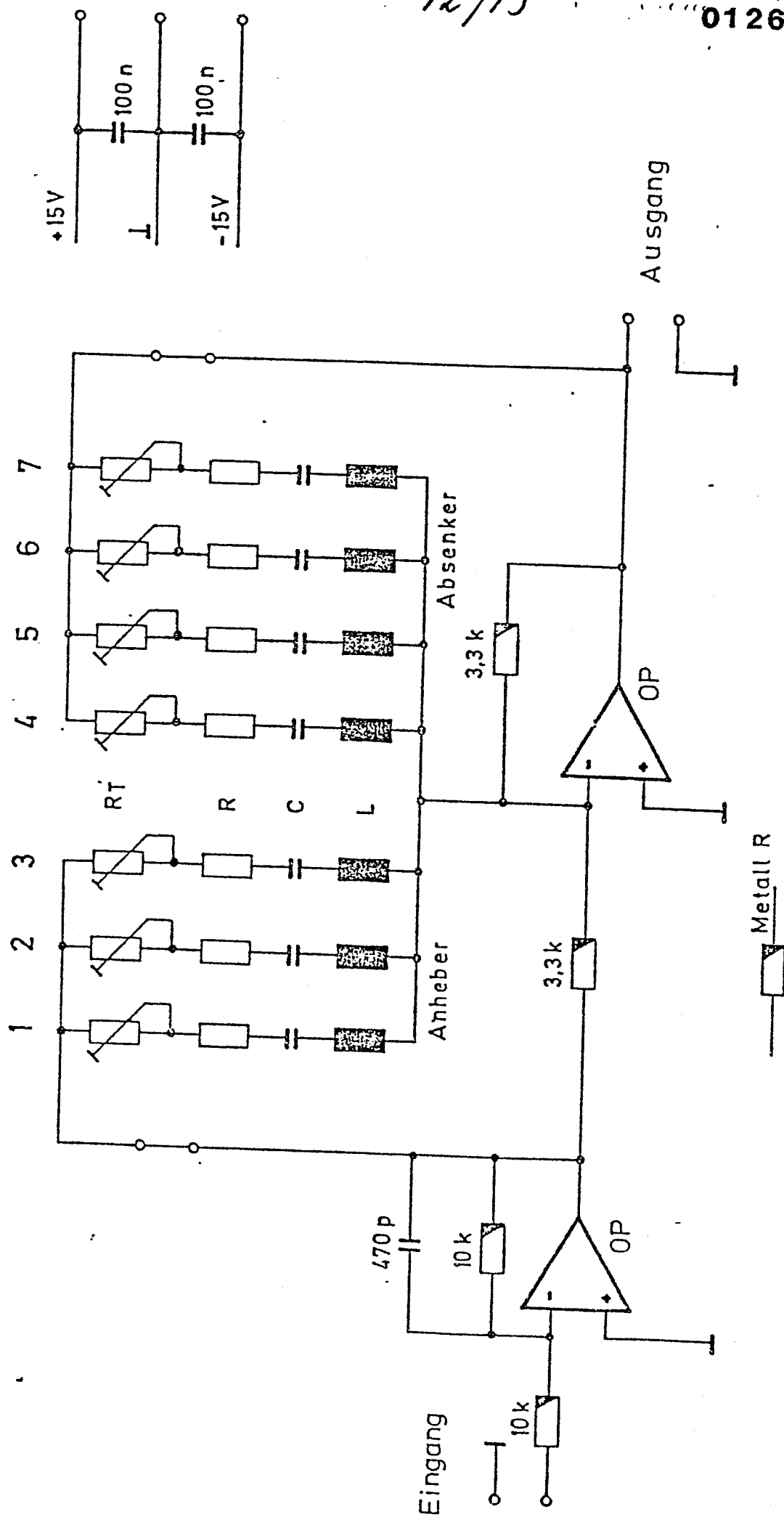


Fig. 12

13/13

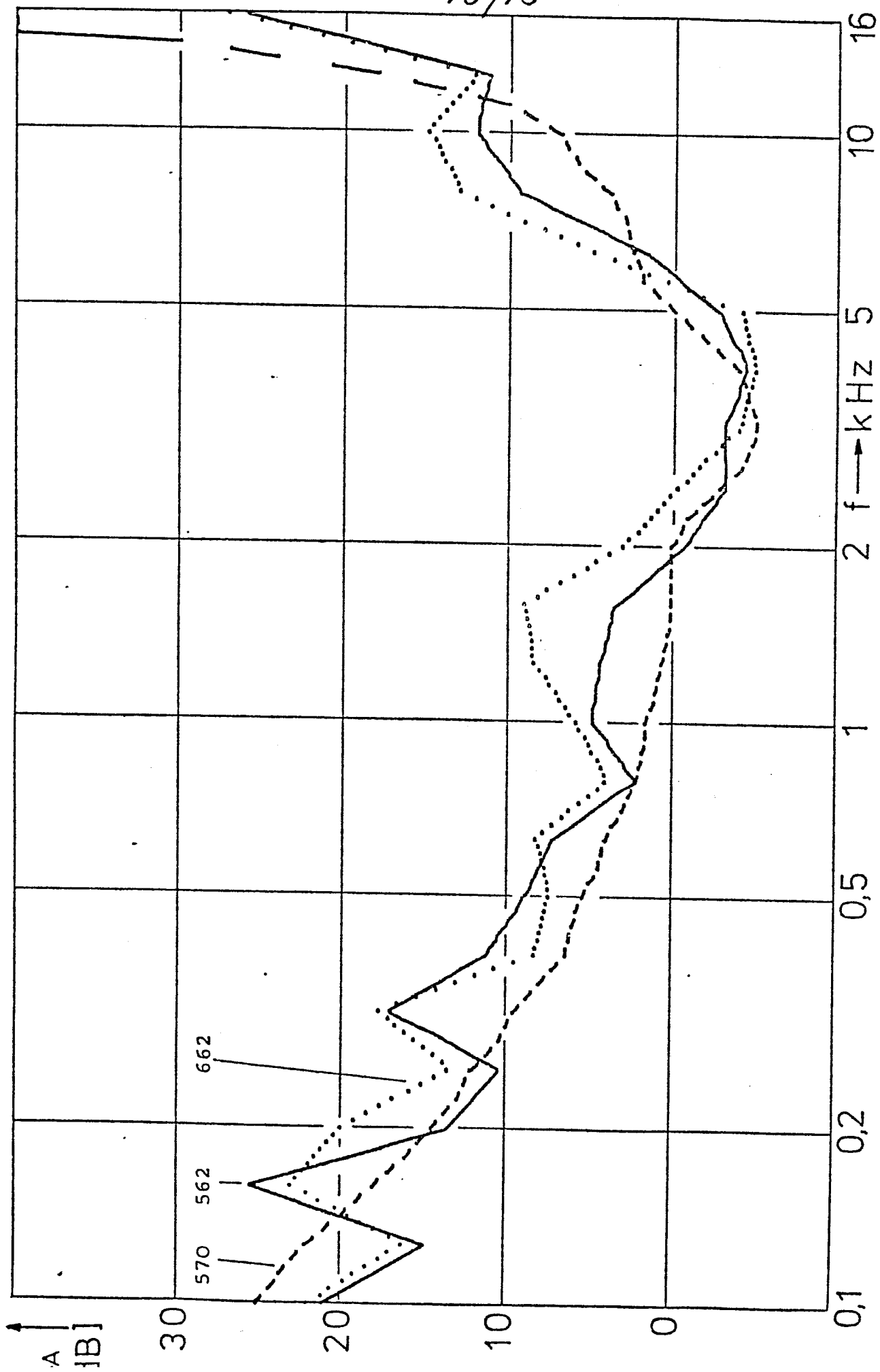


Fig. 13



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
X	FUNKSCHAU, Nr. 7, 1982, Seiten 72,77,78, München, DE; K. GENUIT: "Entstehung eines Kunstkopfsystems" * Insgesamt *	1-3,11 -14,22 -24,34 ,35	H 04 R 5/027
D,A	--- JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, Heft 58, Nr. 1, Juli 1975, Seiten 214-222, New York, US; M.D. BURKHARD et al.: "Anthropometric manikin for acoustic research" * Seite 215, linke Spalte, Zeile 1 - Seite 220, rechte Spalte, Zeile 26 *	1-6,10 -12,14	
A	--- FUNKSCHAU, Nr. 6, März 1983, Seiten 41-44, München, DE; "Natürliches Hören mit künstlichem Kopf" * Insgesamt *	1-4,15 -17,36	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³) H 04 R H 04 S
A	--- DE-A-2 554 229 (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS GmbH) * Insgesamt *	29,30, 32	
A	--- GB-A-2 071 962 (N.V. PHILIPS) * Insgesamt *	29,30, 32	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17-08-1984	Prüfer MINNOYE G.W.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			Seite 2														
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ²)														
A	DE-A-2 319 048 (R.D. SYSTEMS OF CANADA) * Seite 9, Zeilen 8-11; Patentanspruch 1; Figur 1 * -----	31															
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ²)														
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17-08-1984	Prüfer MINNOYE G.W.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	