



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

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑪ Gesuchsnummer: 4169/86

⑬ Inhaber:
Topholm & Westermann ApS, Værlose (DK)

⑫ Anmeldungsdatum: 20.10.1986

⑩ Priorität(en): 03.12.1985 DE 3542616
14.02.1986 DE 3604648

⑭ Erfinder:
Topholm, Jan, Holte (DK)

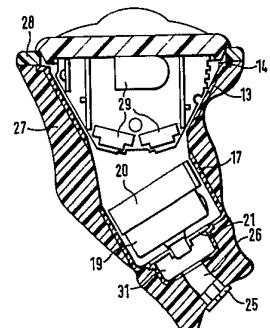
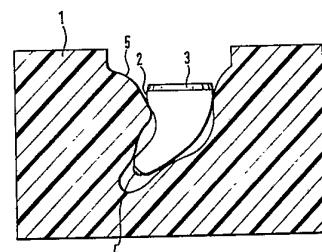
⑭ Patent erteilt: 15.09.1989

⑮ Patentschrift veröffentlicht: 15.09.1989

⑯ Vertreter:
Patentanwälte Schaad, Balass & Partner, Zürich

⑭ Verfahren zum Herstellen eines Im-Ohr-Hörgerätes.

⑮ Bei dem Verfahren zum Herstellen eines Im-Ohr-Hörgerätes wird eine individuell angepasste Ohrmulde durch Abnehmen eines Abdrucks des Ohrkanals zum Herstellen einer Giessform und Ausgiessen der Giessform mit einem polymerisierbaren Kunststoff hergestellt. Um den Platz für die Bauteile des Hörgerätes in der gegossenen Ohrmulde eindeutig zu definieren, besteht das Verfahren darin, dass man mindestens einen an die Abmessungen des Hörers und der übrigen Bauteile angepassten vorgefertigten Hohlkörper (2) aus Kunststoff in die Giessform (1) einzieht, den Zwischenraum zwischen Hohlkörper (2) und Giessform (1) mit polymerisierbarem Kunststoff ausgiessst, den Kunststoff polymerisiert und den so entstandenen Ohrmuldenrohling nach Abtragen und Entfernen aller überschüssigen Teile durch Einsetzen des Hörers (19) und der übrigen Bauteile (29) in die fertige Ohrmulde (27) einschliesslich Befestigung einer Deckplatte (28) an der Ohrmulde (27) zum fertigen Hörgerät kompletiert.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Herstellen eines Im-Ohr-Hörgerätes mit Mikrofon, Verstärkerteil, Lautstärkesteller, Batteriefach mit Batterie und Hörer, sowie mit einer individuell angepassten Ohrmulde durch Abnehmen eines Abdrucks des Ohrkanals zum Herstellen einer Giessform und Ausgiessen der Giessform mit einem polymerisierbaren Kunststoff, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

Einsetzen mindestens eines an die Abmessungen des Hörers und der übrigen Bauteile angepassten vorgefertigten Hohlkörpers aus Kunststoff in die Giessform bis zur mindestens teilweisen Berührung mit den Seitenwänden der Giessform,

Ausgiessen der Zwischenräume zwischen Hohlkörper und Giessform mit dem polymerisierbaren Kunststoff,

Entnehmen des polymerisierten Ohrmuldenrohlings,

Abtragen und Entfernen aller überschüssigen Teile des Ohrmuldenrohlings durch Fräsen oder Schleifen und Einsetzen des Hörers und der übrigen Bauteile in die Ohrmulde einschließlich Befestigen der Deckplatte an der Ohrmulde.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

Einsetzen einer einzigen an die Form und inneren Abmessungen des Im-Ohr-Gerätes genau angepassten Hülse, die an ihrem unteren Ende durch einen herausziehbaren Stopfen und an ihrem oberen Ende durch eine abnehmbare temporäre Deckplatte verschlossen ist, so tief als möglich in die Giessform, vorzugsweise bis zur mindestens teilweisen Berührung mit den Seitenwänden der Giessform,

Ausgiessen der verbleibenden Hohlräume zwischen Hülse und Giessform mit einem aushärtbaren Giessharz bis über die temporäre Deckplatte hinaus,

Aushärten des Giessharzes, vorzugsweise unter Druck,

Abtragen der überschüssigen Teile des Ohrmuldenrohlings durch Schleifen oder Fräsen, Abnehmen des Stopfens und der temporären Deckplatte und Komplettieren des Hörgerätes durch Einsetzen aller Bauteile einschließlich der endgültigen Deckplatte und eines Cerumenfängers an Stelle des Stopfens.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stopfen und die temporäre Deckplatte aus einem Material bestehen, das in einer zur Hülse und zum Giessharz kontrastierenden Farbe eingefärbt ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die temporäre Deckplatte und der Stopfen aus einem sich mit dem Giessharz nicht verbindenden Material bestehen.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die temporäre Deckplatte eine Bohrung und ein darin eingesetztes dünnes Röhrchen für einen Druckausgleich aufweist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass beim Vergießen der Giessform zunächst eine geringe Menge Giessharz in die Giessform eingegossen wird, dass anschliessend die Hülse so tief als möglich in die Giessform und in das Giessharz eingedrückt wird, und dass dann das übrige Giessharz bis über die temporäre Deckplatte hinaus eingegossen wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse an ihrem oberen Rand eine Anzahl durchgehender Bohrungen aufweist, und dass die temporäre Deckplatte an ihrem nach unten ragenden Rand eine entsprechende Anzahl von nach aussen gerichteten Zäpfchen aufweist, die in diese Bohrungen passen und bei aufgesetzter temporärer Deckplatte voll ausfüllen.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster vorgefertigter Hohlkörper für den Hörer und dessen Befestigung und ein zweiter Hohlkörper für die übrigen Bauteile verwendet werden, dass die beiden Hohlkörper durch ein Verbindungsteil miteinander verbunden werden, dass der er-

ste Hohlkörper an seinem unteren Ende einen Ansatz aufweist, dass dieser Ansatz eine Bohrung aufweist, durch die ein Gummistäbchen eingeführt wird, und dass die Hohlkörper mit Hilfe dieses Gummistäbchens und des Verbindungsteils durch eine Bohrung im unteren Ende der Giessform in diese hineingezogen werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungsteil wie ein dünnes Röhrchen gestaltet ist, dass dieses Röhrchen durch Bohrungen am Boden des zweiten Hohlkörpers und am Boden des ersten Hohlkörpers hindurch eingezogen wird, und dass die beiden Hohlkörper mit Hilfe dieses und des durch die Bohrung im unteren Endabschnitt der Giessform hindurchgesteckten Gummistäbchens so tief als möglich in die Giessform hineingezogen werden.

10. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

Verwendung einer ersten, aus Kunststoff gefertigten Hörerkammer, in die der Hörer und seine Aufhängung genau passt, und durch dessen unteres Ende ein Gummistäbchen durch eine dazu vorgesehene Bohrung geführt wird, und einer zweiten, aus Kunststoff gefertigten Bauelementekammer mit einer an einen waagerechten Rand angesetzten Tülle, in die die übrigen Bauteile des Hörgerätes genau passen, und Verbinden dieser beiden Kammern durch ein Bohrungen am Grund beider Kammern durchsetzendes biegsames Röhrchen,

Herstellen einer Bohrung durch den Boden der Giessform,

Einführen des Gummistäbchens in diese Bohrung und Einziehen der beiden Kammern in die Giessform, bis sie vorzugsweise mindestens teilweise an den Seitenwänden der Giessform anliegen und der waagerechte Rand der ersten Bauelementekammer innerhalb der Giessform liegt,

Eingießen des polymerisierbaren Kunststoffes zwischen die Kammern und die Giessform bis oberhalb des waagerechten Randes, Polymerisieren des Kunststoffes, Herausnehmen des Ohrmuldenrohlings und Abtragen des Rohlings bis auf den waagerechten Rand und Abtragen bzw. Entfernen des Materials, das die beiden Kammern in der Gussform trennt, sowie Herausziehen des Röhrchens und Stäbchens.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Material für die Kammern ein Kunststoff verwendet wird, der sich mit dem Material für die Ohrmulde verbindet.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass für beide Materialien ein Kunststoff gleicher Farbe verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass in die Hörerkammer eine Resonanzkammer integriert ist.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Deckplatte der Hörerkammer in einer Kontrastfarbe ausgeführt ist, die die Orientierung beim Durchfräsen von der Bauelementekammer zur Hörerkammer erleichtert.

15. Verfahren nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch folgende weitere Verfahrensschritte:

Befestigen eines Schlauches oder eines Montagestäbchens am Schallaustrittsstutzen des in seiner Befestigung angebrachten Hörers und Einziehen des genau in die Hörerkammer passenden Höreraggregates in diese Kammer,

Einsetzen der übrigen Bauteile einschließlich der auf das Endmass gebrachten Deckplatte in bzw. auf die Ohrmulde und befestigen der Deckplatte an der Ohrmulde.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Im-Ohr-Hörgerätes mit Mikrofon, Verstärkerteil, Lautstärkesteller, Batteriefach mit Batterie und Hörer, sowie mit einer individuell angepassten Ohrmulde durch Abnehmen eines Ab-

drucks des Ohrkanals zum Herstellen einer Giessform und Ausgüssen der Giessform mit einem polymerisierbaren Kunststoff.

Bei diesem Verfahren ging man bisher so vor, dass man den Kunststoff in die Giessform eingoss und diese Giessform umdrehte, sobald die Polymerisation eingesetzt hatte, so dass das nicht an der Giessform anhaftende Material herauslief. Nach der Polymerisation erhielt man so eine Ohrmulde, die genau in das Ohr passt, von dem der Abdruck hergestellt worden war. Der offene obere Teil dieser Ohrmulde wird so lange abgetragen, z.B. durch Abschleifen oder andere Verfahren, bis eine Größe erreicht ist, die gerade noch die verschiedenen Teile des Hörgerätes, nämlich eine Deckplatte mit Batterie, Mikrofon, Lautstärkeregler sowie einen über Leitungen angeschlossenen Hörer sowie die verschiedenen Befestigungselemente für diesen aufnehmen kann. Alle diese Teile werden nun in die Ohrmulde eingebracht und dort so gut als irgend möglich angeordnet und festgeklebt.

Für dieses Verfahren gibt es eine Reihe von offensichtlichen Nachteilen.

1. Es ist ausserordentlich schwierig, eine Ohrmulde mit ständig gleich bleibenden gleichförmig dünnen Seitenwänden, insbesondere im unteren Endabschnitt zu erzeugen und damit den im Ohr zur Verfügung stehenden Raum optimal auszunutzen.

2. Da alle Ohrmulden (und Ohren) verschieden sind, macht die Befestigung der einzelnen Bauelemente und insbesondere die Unterbringung des Hörers grosse Schwierigkeiten und ist, was ihre Lage angeht, dem Zufall überlassen und außerdem sehr zeitaufwendig.

3. Das Abschleifen oder Abtragen der nicht benötigten Teile der Ohrmulde ist schwierig und erfordert grosse Erfahrung.

Die Erfindung schlägt daher ein völlig neues Verfahren vor, mit dem sich diese Nachteile mit Sicherheit vermeiden lassen. Dies wird gemäss der Erfindung in der im Kenzeichen des Patentansprüches 1 gekennzeichneten Weise erreicht.

Die Erfindung wird nunmehr anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den beigefügten Figuren im einzelnen näher erläutert.

Dabei zeigt:

Fig. 1 eine Schnittansicht der Giessform mit eingesetzter Hülse;

Fig. 2 die Hülse mit einer temporären Deckplatte und einem Stopfen;

Fig. 3 - 3c die temporäre Deckplatte für die Hülse, ihre Befestigung und den Stopfen in Perspektive und im Schnitt;

Fig. 4 eine voll ausgegossene Giessform;

Fig. 5 schematisch das fertig in der Ohrmulde befindliche Hörgerät;

Fig. 6 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer oberen Bauelementekammer mit abgesetzter breiter Tülle, einer Hörerkammer, einem Verbindungsrohrchen und einem Gummistäbchen;

Fig. 7 eine Giessform mit eingezogener Bauelementekammer und Hörerkammer;

Fig. 8 eine Hörerkammer;

Fig. 9 ein fertiges Hörgerät;

Fig. 10 einen Hörer mit Halterung.

Das erfindungsgemäss Verfahren zum Herstellen eines Im-Ohr-Hörgerätes gemäss einer ersten Ausführungsform der Erfindung lässt sich am besten anhand der Figuren 1 und 4 erläutern. In einer, vorzugsweise auf übliche Weise hergestellte Giessform 1 wird eine in ihren inneren Abmessungen genau auf die in der Ohrmulde eines Im-Ohr-Hörgerätes aufzunehmenden und unterzubringenden Bauteile bemessene Hülse so tief als möglich in der Weise eingesetzt, dass die Seitenwände der Hülse die Seitenwände 5 der Giessform so weit als irgend möglich berühren. Diese Hülse wird dann auf ihrer Oberseite durch eine temporäre Deckplatte 3 verschlossen, deren Einzelheiten noch

anhand der Fig. 2 und 3 erläutert werden sollen. In gleicher Weise ist die Hülse 2 an ihrem unteren Ende durch einen temporären Stopfen 4 verschlossen. Durch Verwendung dieser vorgefertigten Hülse ist der für die Unterbringung der Bauteile zur Verfügung stehende Raum eindeutig vorbestimmt. Selbstverständlich wird man entsprechend unterschiedlicher Abmessungen von Ohrkanälen verschiedenen grossen Hülsen verwenden müssen.

Die in Fig. 2 gezeigte Deckplatte weist einen überstehenden Rand 8 auf, an dem einige, beispielsweise 3 oder 4 Laschen 9 überstehen, an denen jeweils nach aussen ragende Zäpfchen 10 angebracht sind. Wie aus Fig. 3a im einzelnen zu ersehen, weist die Seitenwand 11 der Hülse an ihrem oberen Rand durchgehende Bohrungen 12 auf, die der satten und abschliessenden Aufnahme der Zäpfchen 10 dienen. Ausserdem enthält die temporäre Deckplatte eine Bohrung 6, durch die ein Röhrchen 7 hindurchgeführt ist, das während des Giessvorganges der Druckentlastung der Hülse dient, um damit zu verhindern, dass die Hülse wegen des hohen Unterdrucks kollabiert.

Der Giessvorgang erfolgt wiederum in üblicher Weise durch Einfüllen des Giessharzes bis weit über die Oberfläche der temporären Deckplatte hinaus. Nach Aushärtung des Giessharzes wird der so gegossene Rohling der Form entnommen.

Die überflüssigen Teile müssen nun durch Schleifen und Fräsen entfernt werden. Um zu erkennen, wo die eigentliche Ohrmulde beginnt, wird man die Deckplatte und den Stopfen aus einem Material fertigen, das in einer zu der Farbe des Giessharzes kontrastierenden Farbe eingefärbt ist. Dann lässt sich an sich das Material, das nicht zur eigentlichen Ohrmulde gehört, sorgfältig entfernen.

Von ganz besonderem Vorteil ist es jedoch, wenn man die temporäre Deckplatte und den Stopfen aus einem, vorzugsweise ebenfalls in Kontrastfarbe eingefärbten Material herstellt, das sich mit dem Kunstharz für die Ohrmulde nicht verbindet. Dazu lässt sich nach Fertigstellung und Aushärtung des Gusses und Entfernen aller überschüssigen Teile der Stopfen und die temporäre Deckplatte leicht entfernen.

Dieses neue Verfahren lässt sich weiterhin noch dadurch verbessern, dass man beim Vergießen zunächst eine geringe Menge Giessharz in die Giessform eingesetzt und daraufhin die oben und unten verschlossene Hülse so tief als möglich in die Giessform und das darin befindliche Giessharz eindrückt, wobei wiederum darauf geachtet werden sollte, dass möglichst grosse Teile der Seitenwände der Hülse die Seitenwände der Giessform berühren. Damit wird sichergestellt, dass die so tief als möglich eingedrückte Hülse besser in der Giessform festgehalten wird.

Eine mögliche Ausführungsform eines solchen Stopfens zeigt Fig. 3b und 3c. Dieser Stopfen hat genau die Form und Grösse des später einzusetzenden Cerumenfängers, nur mit dem Unterschied, dass der Stopfen unter geschlossen ist. Nach Komplettierung des Hörgerätes durch Einsetzen sämtlicher Bauteile einschliesslich der richtigen Deckplatte wird an Stelle des Stopfens der nicht gezeigte Cerumenfänger eingesetzt.

Eine weitere äquivalente Möglichkeit für die Durchführung dieses Verfahren besteht darin, an Stelle der temporären Deckplatte und ggf. auch noch an Stelle des temporären Stopfens ein genau in die Hülse passendes Massivteil zu verwenden, das am oberen Ende etwa so wie eine Deckplatte geformt ist und ggf. auch am unteren Ende den Stopfen ersetzen kann. Andererseits könnte auch das Massivteil zusammen mit einem von aussen in die Hülse einsetzbaren Stopfen verwendet werden.

Mit diesem Massivteil könnten Bohrung 6 und Röhrchen 7 wegfallen da das Massivteil in der Lage wäre, die bei dem Giessvorgang auftretenden Drücke aufzunehmen. Das Massivteil würde ebenso an seinem oberen Rand mit Zäpfchen 10 versehen sein, die in die Bohrungen 12 an der Seitenwand 11 der Hülse einrasten könnten.

Am gesamten Verfahren ändert sich dabei im prinzip nichts.

Das neue Verfahren ist dann noch besonders vorteilhaft, wenn man zum Herstellen der Giessform ein Verfahren verwendet, bei dem bereits beim Einbringen der für die Herstellung des Abdrucks erforderlichen Masse in den Ohrkanal darauf geachtet wird, dass dieser Abdruck mit einem leichten Druck auf den Tragus des Patienten gefertigt wird. Wenn dann eine Ohrmulde nach einer derart hergestellten Giessform gegossen wird, wird auch die dabei erzeugte Ohrmulde beim Einsetzen in den Ohrkanal einen leichten Druck auf den Tragus ausüben und somit ein unbeabsichtigtes und unerwünschtes Lockern des Passsitzes des Hörgerätes im Ohrkanal mit Sicherheit verhindern.

Man sieht also, dass dieses neue Giessverfahren sich insbesondere für eine mehr oder weniger standardisierte Form und Grösse von Ohrmulden verwenden lässt. Wenn man dazu das Material der Hülse so wählt, dass es sich mit dem Giessharz verbindet, so erreicht man in jedem Fall eine der Dicke der Aussenwand der Hülse entsprechende gleichförmige Wandstärke für die Ohrmulde.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel zeigen Figuren 6 bis 10.

In Fig. 6 erkennt man eine Bauelementekammer 13 mit einem oberen waagerechten Rand 14, an den sich eine erweiterte Tülle 15 anschliesst. Diese Bauelementekammer ist aus einem mit dem polymerisierbaren Kunststoff für die Ohrmulde verträglichen, sich mit diesem verbindenden Kunststoff. Weiterhin sieht man eine Hörerkammer 17 mit Resonanzkammer 31 und eine Deckplatte 23, durch die ein Verbindungsröhrchen 18 geführt ist, das wiederum durch ein Loch im Boden der Bauelementekammer 13 geführt wird. Schliesslich sieht man ein Gummistäbchen 22, mit dem die Kammern in die Form hineingezo- gen werden.

Fig. 7 zeigt im Schnitt eine gemäss dem individuellen Abdruck des Ohrkanals des Patienten hergestellte Giessform 16. In diese Giessform sind die Bauelementekammer 13 und eine Hörerkammer 17 eingesetzt, die beide durch das biegsame Röhrchen 18 bzw. einen biegsamen Schlauch, der Bohrungen am Grund der beiden Kammern durchsetzt, mit einander verbunden sind.

Bei der Vorbereitung des Giessvorganges geht man dabei so vor, dass man das Gummistäbchen 22 durch eine Bohrung im tiefsten Teil der Form 16 durchzieht und damit die beiden Kammern 13 und 17 in die Form hineinzieht. Dann versucht man, diese beiden Kammern so tief wie möglich in die Form hineinzuziehen. Sie sollten und können dabei durchaus an den Seitenwänden der Giessform anliegen. Anschliessend wird der polymerisierbare Kunststoff in die Form bis über den waagerechten Rand 14 der Bauelementekammer 13 hinaus eingegossen. Daraufhin wird das Kunststoffmaterial, notfalls unter Druck, polymerisiert. Das Röhrchen 18 dient dabei dem Druckausgleich, da die Hörerkammern sonst unter dem Druck zusammengedrückt würden.

Anschliessend wird die Ohrmulde aus der Form herausge-

nommen und bis auf die Ebene des waagerechten Randes 14 angeschliffen oder abgeschnitten. Dann wird das Röhrchen und Stäbchen herausgezogen. Schliesslich wird das Material, das die beiden Kammern in der Form voneinander trennt, durch Abschleifen entfernt.

Fig. 8 zeigt die Hörerkammer 17, eine Aufhängevorrichtung 21 und eine Deckplatte 23. Die Hörerkammer 17 weist einen Schallaustrittsstutzen 24 auf, der evtl. eine Resonanzkammer enthalten kann.

10 In Fig. 9 sieht man die Ohrmulde 27 mit der schematisch angedeuteten Deckplatte 28 und den ebenfalls nur schematisch angedeuteten Bauelementen 29, den Hörer 19 mit seiner Halterung 20 und 21, die Schallaustrittsöffnung nach dem Ohrkanal 26 und einen Cerumenfänger 25.

15 Die Deckplatte 28, die entweder die übrigen Teile bereits trägt oder die später den Verstärker und die zugehörigen Teile aufnehmen soll, wird dann auf den abgeschliffenen oberen Rand der Ohrmulde aufgesetzt, auf den sie genau passt. Ausrichtmarken werden dabei sowohl in der Bauelementekammer 20 als auch in der Deckplatte vorgesehen. Die Deckplatte kann beispielsweise mit der Ohrmulde verklebt werden oder auf andere Weise befestigt werden. Die überflüssigen Teile werden dann abgeschliffen, und die Kanten werden poliert.

20 In Fig. 10 erkennt man einen Hörer 19 mit Hülle 20 und einen Montagestäbchen 30 für den Hörer. Mit Hilfe dieses Montagestäbchens wird der Hörer 19 in die Hörerkammer 17 hineingezo- gen, wo der Hörer dann genau hinein passt.

25 Dies hat besondere Vorteile. Die aus Kunststoff bestehenden Kammern 13 und 17 sind aus einem Material, das sich mit dem Material der Ohrmulde verbindet und die gleiche Farbe hat. Daraus ergibt sich

30 1. die kleinste Wandstärke der Ohrmulde ist gleich der Wandstärke der beiden Kammern 13 und 17 und kann sehr gering sein, so dass der verfügbare Raum optimal ausgenutzt wer- den kann;

35 2. das Hörgerät und der eigentliche Hörer passen genau in die sich ergebende Ohrmulde, und dies trifft für alle Ohrmulden zu;

40 3. Man muss also nicht Vermutungen anstellen, ob genügend Platz und wo ein solcher Platz für die Bauelemente vorhanden ist. Ausserdem muss man keine Vermutungen darüber anstellen, wie viel von dem Ohrmuldenrohling abgetragen werden muss, da dies eindeutig durch den waagerechten Rand 14 der Bauelementekammer 13 festgelegt ist.

45 Um den Frequenzgang des Hörgerätes zu verbessern, kann ausserdem eine Resonanzkammer 31 in die Ohrmulde eingebaut werden.

50 Durch die Erfindung ist es also gelungen, den zur Verfügung stehenden Raum innerhalb einer Ohrmulde optimal und in ständig gleichbleibender, vorherbestimmbarer Weise mit genau passender Anordnung des Hörers und seiner Befestigung sowie der übrigen Bauteile und der Deckplatte bei minimaler Wandstärke der Ohrmulde auszunutzen.