



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110612727 B

(45) 授权公告日 2021.07.09

(21) 申请号 201880030388.6

(22) 申请日 2018.04.26

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110612727 A

(43) 申请公布日 2019.12.24

(30) 优先权数据  
2017-093733 2017.05.10 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.11.07

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2018/017050 2018.04.26

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/207645 JA 2018.11.15

(73) 专利权人 JVC建伍株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 村田寿子 小西正也 下条敬洋  
高地邦明 藤井优美 内田孝之

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理  
有限责任公司 11258

代理人 宋开元

(51) Int.Cl.

H04S 1/00 (2006.01)

H04S 7/00 (2006.01)

审查员 谢斐

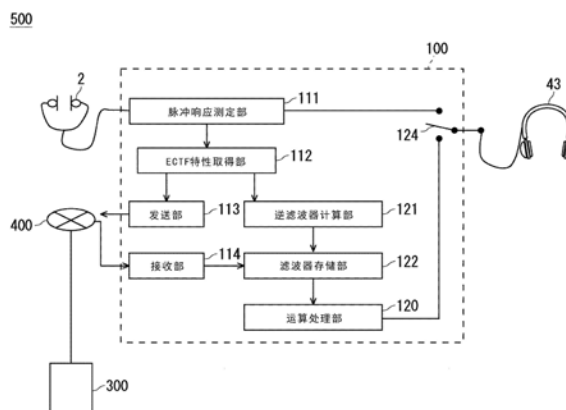
权利要求书3页 说明书18页 附图11页

### (54) 发明名称

头外定位滤波器决定系统、头外定位滤波器  
决定装置、头外定位决定方法以及记录介质

### (57) 摘要

本发明提供一种头外定位滤波器决定系统，包括头戴耳机(43)、麦克风单元(2)、头外定位处理装置(100)以及服务器装置(300)。头外定位处理装置(100)将基于测量数据的用户数据发送到所述服务器。服务器装置(300)包括：数据存储部(303)，存储对多个被测者取得的多个第一预设数据和第二预设数据；比较部(302)，将用户数据与多个第二预设数据进行比较；以及提取部(304)，基于比较结果从多个第一预设数据中提取第一预设数据。



1. 一种头外定位滤波器决定系统,包括:  
输出单元,其佩戴于用户,向所述用户的耳朵输出声音;  
麦克风单元,其佩戴在所述用户的耳朵上,对从所述输出单元输出的声音进行拾音;  
用户终端,其对所述输出单元输出测量信号,并且取得从所述麦克风单元输出的拾音信号;以及  
服务器装置,能够与所述用户终端进行通信,  
其中,所述用户终端包括:  
测量部,其使用所述输出单元和所述麦克风单元测量与所述用户的耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据;以及  
发送部,其将基于所述测量数据的用户数据发送到所述服务器装置,  
其中,所述服务器装置包括:  
数据存储部,其将第一预设数据和第二预设数据相关联地存储,并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据,所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据,所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据;  
比较部,其将所述用户数据与多个所述第二预设数据进行比较;以及  
提取部,其提取与基于所述比较部中的比较结果所提取的第二预设数据对应的被测者的第一预设数据,  
所述比较部针对所述用户数据和所述第二预设数据分别取得第一特征量和第二特征量,所述第一特征量是基于所述用户和所述被测者的外耳道传递特性的规定频率以上的频率振幅特性的特征量,所述第二特征量是基于小于所述规定频率的频率振幅特性的特征量,  
所述比较部将所述用户数据的所述第一特征量和所述第二特征量分别与所述第二预设数据的所述第一特征量和所述第二特征量进行比较,计算出相似度得分,  
所述比较部基于所述相似度得分提取所述第二预设数据,  
所述规定频率是1kHz至3kHz的频率。
2. 根据权利要求1所述的头外定位滤波器决定系统,其中,  
所述服务器装置将由所述提取部提取出的所述第一预设数据发送给所述用户终端,  
所述用户终端根据与所述第一预设数据对应的空间音响滤波器和基于所述测量数据的逆滤波器进行头外定位处理。
3. 根据权利要求1或2所述的头外定位滤波器决定系统,其中,  
所述比较部将所述用户数据的所述第一特征量和所述第二特征量分别与所述第二预设数据的所述第一特征量和所述第二特征量进行比较,并进行规定的加权来计算出所述相似度得分。
4. 根据权利要求1或2所述的头外定位滤波器决定系统,其中,  
所述数据存储部将与从声源到所述被测者的左耳的空间音响传递特性相关的第一预设数据和与所述被测者的左耳的外耳道传递特性相关的第二预设数据相关联地存储并作为左耳的数据集,  
所述数据存储部将与从声源到所述被测者的右耳的空间音响传递特性相关的第一预

设数据和与所述被测者的右耳的外耳道传递特性相关的第二预设数据相关联地存储并作为右耳的数据集，

所述比较部将基于与所述用户的左耳的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据分别与与所述左耳的数据集的所述第二预设数据和所述右耳的数据集的所述第二预设数据进行比较，

所述比较部将基于与所述用户的右耳的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据分别与与所述左耳的数据集的所述第二预设数据和所述右耳的数据集的所述第二预设数据进行比较，

所述第一预设数据包括延迟量，所述延迟量是所述空间音响传递特性的所述被测者的左耳与右耳之间的时间差。

5. 一种头外定位滤波器决定装置，包括：

取得部，其取得基于与用户耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据；

数据存储部，其将第一预设数据和第二预设数据相关联地存储，并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据，所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据，所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据；

比较部，其比较所述用户数据和多个所述第二预设数据；以及

提取部，其提取与基于所述比较部中的比较结果所提取的第二预设数据对应的被测者的第一预设数据，

所述比较部针对所述用户数据和所述第二预设数据分别取得第一特征量和第二特征量，所述第一特征量是基于所述用户和所述被测者的外耳道传递特性的规定频率以上的频率振幅特性的特征量，所述第二特征量是基于小于所述规定频率的频率振幅特性的特征量，

所述比较部将所述用户数据的所述第一特征量和所述第二特征量分别与所述第二预设数据的所述第一特征量和所述第二特征量进行比较，计算出相似度得分，

所述比较部基于所述相似度得分提取所述第二预设数据，

所述规定频率是1kHz至3kHz的频率。

6. 一种头外定位滤波器决定方法，包括以下步骤：

取得基于与用户耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据；

将第一预设数据和第二预设数据关联起来，并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据，所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据，所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据；

针对所述用户数据和多个所述第二预设数据分别取得第一特征量和第二特征量，所述第一特征量是基于所述用户和所述被测者的外耳道传递特性的规定频率以上的频率振幅特性的特征量，所述第二特征量是基于小于所述规定频率的频率振幅特性的特征量，所述规定频率是1kHz至3kHz的频率；

将所述用户数据的所述第一特征量和所述第二特征量分别与所述第二预设数据的所述第一特征量和所述第二特征量进行比较；

基于所述比较结果计算出相似度得分；

基于所述相似度得分提取所述第二预设数据；以及

提取与所提取的第二预设数据对应的被测者的第一预设数据。

7. 一种记录介质，记录有程序，所述程序使计算机执行以下步骤：

取得基于与用户耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据；

将第一预设数据和第二预设数据相关联起来，并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据，所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据，所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据；针对所述用户数据和多个所述第二预设数据分别取得第一特征量和第二特征量，所述第一特征量是基于所述用户和所述被测者的外耳道传递特性的规定频率以上的频率振幅特性的特征量，所述第二特征量是基于小于所述规定频率的频率振幅特性的特征量，所述规定频率是1kHz至3kHz的频率；

将所述用户数据的所述第一特征量和所述第二特征量分别与所述第二预设数据的所述第一特征量和所述第二特征量进行比较；

基于所述比较结果计算出相似度得分；

基于所述相似度得分提取所述第二预设数据；以及

提取与所提取的第二预设数据对应的被测者的第一预设数据。

## 头外定位滤波器决定系统、头外定位滤波器决定装置、头外定位决定方法以及记录介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及头外定位滤波器决定系统、头外定位滤波器决定装置、头外定位决定方法以及记录介质。

### 背景技术

[0002] 声像定位技术有利用耳机将声像定位在收听者头部外侧的头外定位技术。头外定位技术通过消除从耳机到耳朵的特性,并给出从立体声扬声器到耳朵的四个特性,使声像定位在头外。

[0003] 在头外定位再现中,将从2通道(以下,记载为“ch”)的扬声器发出的测量信号(脉冲声等)用设置在收听者本人(用户)的耳朵上的麦克风(以下称为麦克风)进行录音。然后,处理装置根据由脉冲响应得到的拾音信号制作滤波器。通过将所制作的滤波器与2ch的音频信号进行卷积,能够实现头外定位再现。

[0004] 在专利文献1中,公开了使用头外声像定位滤波器的双耳听装置。该装置将许多人的事先测量的空间传递函数转换为与人的听觉特性相对应的特征参数向量。而且,装置使用进行集群而汇集少数数据。此外,装置根据人的身体尺寸对事先测量的空间传递函数和实耳耳机反传递函数进行集群。并且,使用离各集群的重心最近的人的数据。

[0005] 在专利文献2中,公开了使用耳机的立体音再现装置。在专利文献2的装置中,测量用户的单耳的第一部位的深度。然后,基于该深度,从头部传递函数数据库中读取对用户个人自适应的头部传递函数。

[0006] 在专利文献3、4中公开了用户根据听感测试的结果从多个滤波器中选择最佳滤波器的方法。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开平8-111899号公报

[0010] 专利文献2:日本特开2015-211235号公报

[0011] 专利文献3:日本特开2017-41766号公报

[0012] 专利文献4:日本特开2017-28525号公报

### 发明内容

[0013] 发明要解决的课题

[0014] 但是,在专利文献1的装置中,由于根据身体尺寸进行集群,因此需要测量用户个人的身体尺寸。另外,有可能无法适当地进行集群。在这种情况下,存在不能使用适合于用户的头外声像定位滤波器的问题。

[0015] 在专利文献2中,需要测量耳朵的第一部位的深度。因此,用户自身难以测量自己的耳朵的深度。另外,在专利文献1、2的方法中,由于测量者的不同,测量尺寸的数据有可能

产生偏差。

[0016] 在专利文献3、4的方法中,用户需要听取全部所提示数量的图案的预设特性。因此,如果图案数量增加,则存在试听时间变长的问题。

[0017] 本实施方式是鉴于上述问题而完成的,其目的在于提供能够适当地决定头外定位滤波器的头外定位滤波器决定系统、头外定位滤波器决定装置、头外定位滤波器决定方法以及记录介质。

[0018] 用于解决问题的手段

[0019] 本实施方式涉及的头外定位滤波器决定系统,包括:输出单元,其佩戴于用户,向所述用户的耳朵输出声音;麦克风单元,其佩戴在所述用户的耳朵上,对从所述输出单元输出的声音进行拾音;用户终端,其对所述输出单元输出测量信号,并且取得从所述麦克风单元输出的拾音信号;以及服务器装置,能够与所述用户终端进行通信,其中,所述用户终端包括:测量部,其使用所述输出单元和所述麦克风单元测量与所述用户的耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据;以及发送部,其将基于所述测量数据的用户数据发送到所述服务器装置,其中,所述服务器装置包括:数据存储部,其将第一预设数据和第二预设数据相关联地存储,并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据,所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据,所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据;比较部,其将所述用户数据与多个所述第二预设数据进行比较;以及提取部,其基于所述比较部中的比较结果从多个所述第一预设数据中提取第一预设数据。

[0020] 本实施方式涉及的头外定位滤波器决定装置包括:取得部,其取得基于与用户耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据;数据存储部,其将第一预设数据和第二预设数据相关联地存储,并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据,所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据,所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据;以及提取部,其比较所述用户数据和多个所述第二预设数据,由此从多个所述第一预设数据中提取第一预设数据。

[0021] 本实施方式涉及的头外定位滤波器决定方法包括以下步骤:取得基于与用户耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据;将第一预设数据和第二预设数据相关联起来,并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据,所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据,所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据;以及比较所述用户数据和多个所述第二预设数据,由此从多个所述第一预设数据中提取第一预设数据。

[0022] 本实施方式涉及记录介质所记录的程序使计算机执行以下步骤:取得基于与用户耳朵的外耳道传递特性相关的测量数据的用户数据;将第一预设数据和第二预设数据相关联起来,并存储对多个被测者取得的多个所述第一预设数据和所述第二预设数据,所述第一预设数据是与从声源到被测者的耳朵的空间音响传递特性相关的数据,所述第二预设数据是与所述被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据;以及比较所述用户数据和多个所述第二预设数据,由此从多个所述第一预设数据中提取第一预设数据。

[0023] 根据本实施方式,能够提供可以适当地决定头外定位滤波器的头外定位滤波器决

定系统、头外定位滤波器决定装置、头外定位滤波器决定方法以及记录介质。

## 附图说明

- [0024] 图1是表示本实施方式涉及的头外定位处理装置的框图。
- [0025] 图2是表示测量空间音响传递特性的测量装置的结构图。
- [0026] 图3是表示测量外耳道传递特性的测量装置的结构图。
- [0027] 图4是表示本实施方式涉及的头外定位滤波器决定系统的整体结构的图。
- [0028] 图5是表示头外定位滤波器决定系统的服务器装置的结构图。
- [0029] 图6是表示存储在服务器装置中的预设数据的数据构成的表。
- [0030] 图7是表示本实施方式涉及的滤波器决定方法的流程图。
- [0031] 图8是表示空间音响传递特性和外耳道传递特性的测量数据的图。
- [0032] 图9是表示空间音响传递特性和外耳道传递特性的测量数据的图。
- [0033] 图10是表示变形例1中的数据构成的表。
- [0034] 图11是表示变形例2中的数据构成的表。
- [0035] 图12是表示变形例3中的数据构成的表。

## 具体实施方式

### [0036] (概述)

[0037] 首先,说明声像定位处理的概要。这里,说明作为声像定位处理装置的一例的头外定位处理。本实施方式涉及的头外定位处理使用空间音响传递特性和外耳道传递特性来进行头外定位处理。空间音响传递特性是从扬声器等声源到外耳道的传递特性。外耳道传递特性是从外耳道入口到鼓膜的传递特性。在本实施方式中,测量佩戴耳机的状态下的外耳道传递特性,并使用该测量数据实现头外定位处理。

[0038] 本实施方式涉及的头外定位处理由个人计算机、智能电话、平板PC等用户终端执行。用户终端是具有处理器等处理单元、存储器和硬盘等存储单元、液晶监视器等显示单元、触摸面板、按钮、键盘、鼠标等输入单元的信息处理装置。用户终端具有收发数据的通信功能。此外,用户终端连接有具有头戴耳机或耳机的输出单元。

[0039] 为了获得较高的定位效果,需要测量用户本人的特性以产生头外定位滤波器。用户个人的空间音响传递特性一般在齐备扬声器等音响器材或室内的音响特性的听音室中进行。即,用户需要去听音室,或者在用户的家中等准备听音室。因此,存在无法适当地测量用户个人的空间音响传递特性的情况。

[0040] 另外,即使在用户的家等设置扬声器来准备听音室的情况下,也存在左右非对称地设置扬声器的情况或房间的音响环境不是听音乐的最佳环境的情况。在这种情况下,在家中测量适当的空间音响传递特性是非常困难的。

[0041] 另一方面,用户个人的外耳道传递特性的测量在佩戴麦克风单元和头戴耳机的状态下进行。即,如果用户佩戴麦克风单元和头戴耳机,则可以测量外耳道传递特性。用户不需要去听音室,也不需要用户家里准备大型的听音室。另外,用于测量外耳道传递特性的测量信号的产生、拾音信号的记录等可以使用智能电话或个人计算机等用户终端来进行。

[0042] 这样,有时难以对用户个人实施空间音响传递特性的测量。因此,本实施方式涉及

的头外定位处理系统基于外耳道传递特性的测量结果来决定与空间音响传递特性相对应的滤波器。即,根据用户个人的外耳道传递特性的测量结果,决定适合用户的头外定位处理滤波器。

[0043] 具体而言,头外定位处理系统包括用户终端和服务装置。服务器装置存储对用户以外的多个被测者事先测量的空间音响传递特性以及外耳道传递特性。即,使用与用户终端不同的测量装置,进行使用扬声器作为声源的空间音响传递特性的测量(以下,也称为第一事先测量)和使用头戴耳机的外耳道传递特性的测量(也称为第二事先测量)。对除用户之外的被测者进行第一事先测量和第二事先测量。

[0044] 服务器装置存储与第一事先测量的结果对应的第一预设数据和与第二事先测量的结果对应的第二预设数据。通过对多个被测者进行第一和第二事先测量,取得多个第一预设数据和多个第二预设数据。服务器装置将与空间音响传递特性相关的第一预设数据和与外耳道传递特性相关的第二预设数据与每个被测者相关联地存储。服务器装置在数据库中存储有多个第一预设数据和多个第二预设数据。

[0045] 并且,对于执行头外定位处理的用户个人,使用用户终端仅测量外耳道传递特性(以下称为用户测量)。与第二事先测量类似,用户测量是使用头戴耳机作为声源的测量。用户终端获取与外耳道传递特性相关的测量数据。然后,用户终端将基于测量数据的用户数据发送到服务器装置。服务器装置将用户数据与多个第二预设数据分别进行比较。服务器装置根据比较结果,从多个第二预设数据中决定与用户数据相关性高的第二预设数据。

[0046] 然后,服务器装置读出与相关性高的第二预设数据相关联的第一预设数据。即,服务器装置根据比较结果,从多个第一预设数据中提取适合于用户个人的第一预设数据。服务器装置将提取出的第一预设数据发送给用户终端。然后,用户终端使用基于第一预设数据的滤波器和基于用户测量的逆滤波器,进行头外定位处理。

[0047] (头外定位处理装置)

[0048] 首先,图1表示作为本实施方式涉及的声场再现装置的一例的头外定位处理装置100。图1是头外定位处理装置100的框图。头外定位处理装置100对佩戴头戴耳机43的用户U再现声场。因此,头外定位处理装置100对Lch和Rch的立体声输入信号XL、XR进行声像定位处理。Lch和Rch的立体声输入信号XL、XR是从CD(Compact Disc)播放器等输出的模拟音频再现信号、或者mp3(MPEG Audio Layer-3)等数字音频数据。另外,头外定位处理装置100不限于物理上单一的装置,一部分处理也可以在不同的装置中进行。例如,一部分处理由个人计算机等进行,剩余的处理可以通过内置在头戴耳机43中的DSP(数字信号处理器)等来执行。

[0049] 头外定位处理装置100具备头外定位处理部10、滤波器部41、滤波器部42以及头戴耳机43。头外定位处理部10、滤波器部41以及滤波器部42构成后述的运算处理部120,具体而言,能够通过处理器来实现。

[0050] 头外定位处理部10具备卷积运算部11~12、21~22以及加法运算器24、25。卷积运算部11~12、21~22进行使用了空间音响传递特性的卷积处理。来自CD播放机等立体声输入信号XL、XR被输入到头外定位处理部10。在头外定位处理部10中设定有空间音响传递特性。头外定位处理部10对各ch的立体声输入信号XL、XR,卷积空间音响传递特性的滤波器(以下,也称为空间音响滤波器)。空间音响传递特性可以是在被测者的头部或耳廓处测量



的头部传递函数HRTF,或者也可以是虚拟头部或第三方的头部传递函数。

[0051] 将四个空间音响传递特性Hls、Hlo、Hro、Hrs作为1组作为空间音响传递函数。在卷积运算部11、12、21、22中用于卷积的数据成为空间音响滤波器。空间音响传递特性Hls、Hlo、Hro、Hrs各自使用后述的测量装置进行测量。

[0052] 然后,卷积运算部11对Lch的立体声输入信号XL卷积与空间音响传递特性Hls对应的空间音响滤波器。卷积运算部11将卷积运算数据输出到加法运算器24。卷积运算部21对Rch的立体声输入信号XR卷积与空间音响传递特性Hro对应的空间音响滤波器。卷积运算部21将卷积运算数据输出到加法运算器24。加法运算器24将两个卷积运算数据相加,并输出到滤波器部41。

[0053] 卷积运算部12对Lch的立体声输入信号XL卷积与空间音响传递特性Hlo对应的空间音响滤波器。卷积运算部12将卷积运算数据输出到加法运算器25。卷积运算部22对Rch的立体声输入信号XR卷积与空间音响传递特性Hrs对应的空间音响滤波器。卷积运算部22将卷积运算数据输出到加法运算器25。加法运算器25将两个卷积运算数据相加,并输出到滤波器部42。

[0054] 在滤波器部41、42中设定有消除头戴耳机特性(耳机的再现单元与麦克风之间的特性)的逆滤波器。并且,对实施了头外定位处理部10中的处理的再现信号(卷积运算信号)卷积逆滤波器。滤波器部41对来自加法运算器24的Lch信号卷积逆滤波器。同样地,滤波器部42对来自加法运算器25的Rch信号卷积逆滤波器。当佩戴头戴耳机43时,逆滤波器消除从头戴耳机单元到麦克风的特性。麦克风可以位于从外耳道入口到鼓膜之间的任何位置。根据用户U本人的特性的测量结果来计算逆滤波器。

[0055] 滤波器部41将校正后的Lch信号输出到头戴耳机43的左单元43L。滤波器部42将校正后的Rch信号输出到头戴耳机43的右单元43R。用户U佩戴着头戴耳机43。头戴耳机43向用户U输出Lch信号和Rch信号。由此,能够再现定位在用户U的头外的音像。

[0056] 这样,头外定位处理装置100使用与空间音响传递特性Hls、Hlo、Hro、Hrs对应的空间音响滤波器和头戴耳机特性的逆滤波器,进行头外定位处理。在以下的说明中,将与空间音响传递特性Hls、Hlo、Hro、Hrs对应的空间音响滤波器和头戴耳机特性的逆滤波器统称为头外定位处理滤波器。在2ch的立体声再现信号的情况下,头外定位滤波器包括四个空间音响滤波器和两个逆滤波器。并且,头外定位处理装置100通过使用总共六个头外定位滤波器对立体声再现信号进行卷积运算处理来执行头外定位处理。

[0057] (空间音响传递特性测量装置)

[0058] 使用图2,对测量空间音响传递特性Hls、Hlo、Hro、Hrs的测量装置200进行说明。图2是示意性地表示用于对被测者1进行第一事先测量的测量结构的图。

[0059] 如图2所示,测量装置200包括立体声扬声器5和麦克风单元2。立体声扬声器5设置在测量环境中。测量环境可以是用户U自家的房间、音频系统的销售店铺、陈列室等。测量环境优选是扬声器或音响齐备的听音室。

[0060] 在本实施方式中,测量装置200的处理装置201进行用于适当地生成空间音响滤波器的运算处理。处理装置201例如具有CD播放器等音乐播放器等。处理装置201可以是个人计算机(PC)、平板终端、智能电话等。另外,处理装置201也可以是服务器装置本身。

[0061] 立体声扬声器5具有左扬声器5L和右扬声器5R。例如,在被测者1的前方设置有左

扬声器5L和右扬声器5R。左扬声器5L和右扬声器5R输出用于进行脉冲响应测量的脉冲声等。以下,在本实施方式中,将成为声源的扬声器的数量设为两个(立体声扬声器)进行说明,但用于测量的声源的数量不限于两个,只要是一个以上即可。即,在1ch的单声道或5.1ch、7.1ch等所谓多声道环境中也同样能够应用本实施方式。

[0062] 麦克风单元2是具有左麦克风2L和右麦克风2R的立体声麦克风。左麦克风2L设置在被测者1的左耳9L上,右麦克风2R设置在被测者1的右耳9R上。具体而言,优选在从左耳9L、右耳9R的外耳道入口到鼓膜的位置设置麦克风2L、2R。麦克风2L、2R对从立体声扬声器5输出的测量信号进行拾音,取得拾音信号。麦克风2L、2R将拾音信号输出到处理装置201。被测者1可以是人,也可以是虚拟头。即,在本实施方式中,被测者1不仅是人,也是包含虚拟头的概念。

[0063] 如上所述,通过用麦克风2L、2R测量由左右扬声器5L、5R输出的脉冲声来测量脉冲响应。处理装置201将通过脉冲响应测量取得的拾音信号存储在存储器等中。由此,测量左扬声器5L与左麦克风2L之间的空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、左扬声器5L与右麦克风2R之间的空间音响传递特性 $H_{lo}$ 、右扬声器5R与左麦克风2L之间的空间音响传递特性 $H_{ro}$ 、右扬声器5R与右麦克风2R之间的空间音响传递特性 $H_{rs}$ 。即,左麦克风2L对从左扬声器5L输出的测量信号进行拾音,从而取得空间音响传递特性 $H_{ls}$ 。右麦克风2R对从左扬声器5L输出的测量信号进行拾音,从而取得空间音响传递特性 $H_{lo}$ 。左麦克风2L对从右扬声器5R输出的测量信号进行拾音,从而取得空间音响传递特性 $H_{ro}$ 。右麦克风2R对从右扬声器5R输出的测量信号进行拾音,从而取得空间音响传递特性 $H_{rs}$ 。

[0064] 另外,测量装置200基于拾音信号,也可以生成与从左右扬声器5L、5R到左右麦克风2L、2R的空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、 $H_{lo}$ 、 $H_{ro}$ 、 $H_{rs}$ 对应的空间音响滤波器。例如,处理装置201以规定的滤波器长度切出空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、 $H_{lo}$ 、 $H_{ro}$ 、 $H_{rs}$ 。处理装置201也可以对测量的空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、 $H_{lo}$ 、 $H_{ro}$ 、 $H_{rs}$ 进行校正。

[0065] 以这种方式,处理装置201生成头外定位处理装置100的卷积运算中使用的空间音响滤波器。如图1所示,头外定位处理装置100使用与左右扬声器5L、5R与左右麦克风2L、2R之间的空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、 $H_{lo}$ 、 $H_{ro}$ 、 $H_{rs}$ 对应的空间音响滤波器进行头外定位处理。即,通过将空间音响滤波器与音频再现信号进行卷积,进行头外定位处理。

[0066] 处理装置201对与空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、 $H_{lo}$ 、 $H_{ro}$ 、 $H_{rs}$ 各自对应的拾音信号实施同样的处理。即,对与空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、 $H_{lo}$ 、 $H_{ro}$ 、 $H_{rs}$ 对应的四个拾音信号分别实施同样的处理。由此,能够分别生成与空间音响传递特性 $H_{ls}$ 、 $H_{lo}$ 、 $H_{ro}$ 、 $H_{rs}$ 对应的空间音响滤波器。

[0067] (外耳道传递特性测量)

[0068] 接着,使用图3对用于测量外耳道传递特性的测量装置200进行说明。图3表示用于对被测者1进行第二事先测量的结构。

[0069] 麦克风单元2和头戴耳机43连接到处理装置201。麦克风单元2包括左麦克风2L和右麦克风2R。左麦克风2L安装在被测者1的左耳9L上。右麦克风2R安装在被测者1的右耳9R上。处理装置201及麦克风单元2可以与图2的处理装置201及麦克风单元2相同,也可以不同。

[0070] 头戴耳机43包括头戴耳机带43B、左单元43L和右单元43R。头戴耳机带43B连接左

单元43L和右单元43R。左单元43L向被测者1的左耳9L输出声音。右单元43R向被测者1的右耳9R输出声音。头戴耳机43是密闭型、开放型、半开放型或半密闭型等,不限头戴耳机的种类。头戴耳机43是在头戴耳机43被佩戴的状态下,麦克风单元2被佩戴在被测者1上。即,头戴耳机43的左单元43L和右单元43R分别佩戴在安装有左麦克风2L和右麦克风2R的左耳9L和右耳9R上。头戴耳机带43B产生将左单元43L和右单元43R分别向左耳9L、右耳9R按压的作用力。

[0071] 左麦克风2L拾取从头戴耳机43的左单元43L输出的声音。右麦克风2R拾取从头戴耳机43的右单元43R输出的声音。左麦克风2L和右麦克风2R的麦克风部配置在外耳孔附近的拾音位置。左麦克风2L和右麦克风2R被配置为不干扰头戴耳机43。即,在左麦克风2L和右麦克风2R被配置在左耳9L、右耳9R的适当位置的状态下,被测者1能够佩戴头戴耳机43。

[0072] 处理装置201向左麦克风2L和右麦克风2R输出测量信号。由此,左麦克风2L和右麦克风2R产生脉冲声等。具体而言,由左麦克风2L测量从左单元43L输出的脉冲声。由右麦克风2R测量从右单元43R输出的脉冲声。以这种方式,执行脉冲响应测量。

[0073] 处理装置201将基于脉冲响应测量的拾音信号存储在存储器等中。由此,取得左单元43L与左麦克风2L之间的传递特性(即,左耳的外耳道传递特性)及右单元43R与右麦克风2R之间的传递特性(即,右耳的外耳道传递特性)。这里,将左麦克风2L取得的左耳的外耳道传递特性的测量数据作为测量数据ECTFL,将右麦克风2R取得的右耳的外耳道传递特性的测量数据作为测量数据ECTFR。另外,将两耳的外耳道传递特性的测量数据作为测量数据ECTF。

[0074] 处理装置201具有分别存储测量数据ECTFL、ECTFR的存储器等。另外,处理装置201作为用于测量外耳道传递特性或空间音响传递特性的测量信号,产生脉冲信号和TSP(Time Stretched Pulse:时间延长脉冲)信号等。测量信号包含脉冲声等测量声。

[0075] 通过图2、图3所示的测量装置200,测量多个被测者1的外耳道传递特性和空间音响传递特性。在本实施方式中,对多个被测者1实施基于图2的测量结构的第一事先测量。同样地,对多个被测者1实施基于图3的测量结构的第二事先测量。由此,对每个被测者1测量外耳道传递特性和空间音响传递特性。

[0076] (头外定位滤波器决定系统)

[0077] 接下来,将参照图4说明本实施方式涉及的头外定位滤波器决定系统500。图4是表示头外定位滤波器决定系统500的整体结构的图。头外定位滤波器决定系统500包括麦克风单元2、头戴耳机43、头外定位处理装置100和服务器装置300。

[0078] 头外定位处理装置100和服务器装置300经由网络400连接。网络400例如是因特网或移动电话通信网等公共网络等。头外定位处理装置100和服务器装置300能够通过无线或有线进行通信。另外,头外定位处理装置100和服务器装置300也可以是一体的装置。

[0079] 如图1所示,头外定位处理装置100是向用户U输出头外定位处理后的再现信号的用户终端。此外,头外定位处理装置100测量用户U的外耳道传递特性。因此,麦克风单元2和头戴耳机43连接到头外定位处理装置100。头外定位处理装置100与图3的测量装置200同样,使用麦克风单元2和头戴耳机43进行脉冲响应测量。另外,也可以通过Blue Tooth(注册商标)等与麦克风单元2和头戴耳机43无线连接。

[0080] 头外定位处理装置100包括脉冲响应测量部111、ECTF特性取得部112、发送部113、

接收部114、运算处理部120、逆滤波器计算部121、滤波器存储部122和开关124。另外,在头外定位处理装置100和服务器装置300是一体的装置的情况下,该装置也可以代替接收部114而具备取得用户数据的取得部。

[0081] 开关124在用户测量和头外定位再现之间切换。即,在用户测量的情况下,开关124连接头戴耳机43和脉冲响应测量部111。在头外定位再现的情况下,开关124将头戴耳机43连接到运算处理部120。

[0082] 脉冲响应测量部111为了进行用户测量,将成为脉冲声的测量信号输出到头戴耳机43。麦克风单元2拾取从头戴耳机43输出的脉冲声。麦克风单元2将拾音信号输出到脉冲响应测量部111。另外,关于脉冲响应测量,由于与图3的说明相同,因此适当省略说明。即,头外定位处理装置100具有与图3的处理装置201相同的功能。构成头外定位处理装置100、麦克风单元2和头戴耳机43进行用户测量的测量装置的脉冲响应测量部111对拾音信号,也可以进行A/D变换或同步相加处理等。

[0083] 通过脉冲响应测量,脉冲响应测量部111取得与外耳道传递特性相关的测量数据ECTF。测量数据ECTF包括关于用户U的左耳9L的外耳道传递特性的测量数据ECTFL和关于右耳9R的外耳道传递特性的测量数据ECTFR。

[0084] ECTF特性取得部112通过对测量数据ECTFL、ECTFR进行规定的处理,取得测量数据ECTFL、ECTFR的特性。例如,ECTF特性取得部112通过进行离散傅立叶变换,计算频率振幅特性及频率相位特性。另外,ECTF特性取得部112不限于离散傅立叶变换,也可以通过余弦变换等来计算频率振幅特性和频率相位特性。可以使用频率功率特性来代替频率振幅特性。

[0085] 此外,ECTF特性取得部112基于频率振幅特性取得测量数据ECTF的特征量(特征向量)。这里,将测量数据ECTFL的特征量设为特征量hpL,将测量数据ECTFR的特征量设为特征量hpR。特征量hpL表示用户U的左耳的特征,特征量hpR表示用户U的右耳的特征。

[0086] 例如,特征量hpL、hpR是2kHz~20kHz的频率振幅特性。即,可以将一部分频带中的频率振幅特性分别设为特征量hpL、hpR。特征量hpL、hpR是将外耳道传递特性的频域中的振幅值作为特征参数的特征向量。特征量hpL、hpR为多维的矢量形式,为相同的维数。并且,特征量hpL、hpR也可以是将2kHz~20kHz的频率振幅特性平滑化后的数据。

[0087] 当然,提取的频带不限于2kHz~24kHz。例如,可以是1kHz~16kHz的频带,或者,也可以是1kHz~24kHz的频带。优选包含特征量hpL、hpR的1kHz以上的频率振幅特性,更优选包含2kHz以上的频率振幅特性。并且,也可以将频率振幅特性平滑化后的数据作为特征量。

[0088] 逆滤波器计算部121基于测量数据ECTF的特性来计算逆滤波器。例如,逆滤波器计算部121校正测量数据ECTF的频率振幅特性和频率相位特性。逆滤波器计算部121通过逆离散傅立叶变换,使用频率特性和相位特性来计算时间信号。逆滤波器计算部121通过以规定滤波器长度切出时间信号来计算逆滤波器。

[0089] 如上所述,逆滤波器是消除头戴耳机特性(头戴耳机的再现单元和麦克风之间的特性)的滤波器。滤波器存储部122存储逆滤波器计算部121计算出的左右的逆滤波器。另外,关于逆滤波器的计算方法,由于可以使用公知的方法,所以省略详细说明。

[0090] 发送部113将由ECTF特性取得部112计算出的特征量作为用户数据发送到服务器装置300。发送部113对用户数据进行与通信标准对应的处理(例如,调制处理)并进行发送。另外,用户数据只要是基于用户测量的数据即可。另外,将发送部113发送的用户U的特征量

hpL、hpR表示为特征量hpL\_U、hpR\_U。

[0091] 接着,使用图5对服务器装置300的结构进行说明。图5是表示服务器装置300的控制结构的框图。服务器装置300包括接收部301、比较部302、数据存储部303、提取部304和发送部305。服务器装置300是基于特征量来确定空间音响滤波器的滤波器决定装置。另外,在头外定位处理装置100和服务器装置300是一体的装置的情况下,该装置也可以不具备发送部305。

[0092] 另外,服务器装置300是具备处理器和存储器等的计算机,通过程序进行以下的处理。另外,服务器装置300不限于单一的装置,也可以通过两个以上的装置的组合来实现,也可以是云服务器等虚拟服务器。存储数据的数据存储部和进行数据处理的比较部302、提取部304也可以是物理上不同的装置。

[0093] 接收部301接收从头外定位处理装置100发送的特征量hpL\_U、hpR\_U。接收部301对接收到的用户数据进行与通信标准对应的处理(例如解调处理)。比较部302将特征量hpL\_U、hpR\_U与存储在数据存储部303中的预设数据进行比较。

[0094] 数据存储部303是将事先测量中测量出的与多个被测者相关的数据作为预设数据进行存储的数据库。参照图6,对存储在数据存储部303中的数据进行说明。图6是表示存储在数据存储部303中的数据的表。

[0095] 数据存储部303对被测者的左右的每个耳朵存储预设数据。具体而言,数据存储部303是将被测者ID、耳朵的左右、特征量、空间音响传递特性1以及空间音响传递特性2排列成一行的表格形式。另外,图6所示的数据形式是一例,也可以不采用表形式,而采用用标签等关联保持各参数的对象的数据形式等。

[0096] 在数据存储部303中,对于1个被测者A,存储有2个数据集。即,数据存储部303存储与被测者A的左耳相关的数据集和与被测者A的右耳相关的数据集。

[0097] 一个数据集包括被测者ID、耳朵的左右、特征量、空间音响传递特性1和空间音响传递特性2。特征量是基于图3所示的测量装置200的第二事先测量的数据。特征量是与由ECTF特性取得部112取得的特征量相同的数据。例如,特征量是外耳道传递特性的2kHz~20kHz的频率振幅特性。另外,在用户数据是将频率振幅特性平滑化后的数据的情况下,特征量也成为将频率振幅特性平滑化后的数据。被测者A的左耳的特征量显示为特征量hpL\_\_A,被测者A的右耳的特征量显示为特征量hpR\_\_A。被测者B的左耳的特征量显示为特征量hpL\_\_B,被测者B的右耳的特征量显示为特征量hpR\_\_B。

[0098] 空间音响传递特性1和空间音响传递特性2是基于图2所示的测量装置200的第一事先测量的数据。被测者A的左耳的情况下,空间音响传递特性1为H1s\_\_A,空间音响传递特性2为Hro\_\_A。被测者A的右耳的情况下,空间音响传递特性1为Hrs\_\_A,空间音响传递特性2为H1o\_\_A。这样,与一个耳朵相关的两个空间音响传递特性成对。对于被测者B的左耳,H1s\_\_B和Hro\_\_B成对,对于被测者B的右耳,Hrs\_\_B和H1o\_\_B成对。空间音响传递特性1和空间音响传递特性2可以通过滤波器长度切出后的数据,也可以是通过滤波器长度切出前的数据。

[0099] 对于被测者A的左耳,特征量hpL\_\_A、空间音响传递特性H1s\_\_A和空间音响传递特性Hro\_\_A相关联,成为一个数据集。同样,对于被测者A的右耳,特征量hpR\_\_A、空间音响传递特性Hrs\_\_A、空间音响传递特性H1o\_\_A相关联,成为一个数据集。同样,对于被测者B的左

耳,特征量 $hpL\_B$ 、空间音响传递特性 $H1s\_B$ 、空间音响传递特性 $Hro\_B$ 相关联,成为一个数据集。同样,对于被测者B的右耳,特征量 $hpR\_B$ 、空间音响传递特性 $Hrs\_B$ 、空间音响传递特性 $H1o\_B$ 相关联,成为一个数据集。

[0100] 另外,将空间音响传递特性1、2对作为第一预设数据。即,将构成一个数据集的空间音响传递特性1和空间音响传递特性2作为第一预设数据。将特征量设为第二预设数据。将构成一个数据集的特征量作为第二预设数据。一个数据集包括第一预设数据和第二预设数据。并且,数据存储部303将第一预设数据和第二预设数据与被测者的左右的每个耳朵相关联地存储。

[0101] 在此,假设对 $n$  ( $n$ 为2以上的整数)人的被测者1预先进行第一和第二事先测量。在这种情况下,在数据存储部303中存储有作为两耳部分的 $2n$ 个数据集。将存储在数据存储部303中的特征量表示为特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 、 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 。特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 是从被测者 $A \sim N$ 的左耳的外耳道传递特性中提取的特征向量。特征量 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 是从被测者 $A \sim N$ 右耳的外耳道传递特性中提取的特征向量。

[0102] 比较部302将特征量 $hpL\_U$ 与特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 、 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 分别进行比较。然后,比较部302从 $2n$ 个特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 、 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 中选择与特征量 $hpL\_U$ 最相似的一个。这里,计算两个特征量之间的相关性作为相似度得分。比较部302选择具有最高相似度得分特征量的数据集。在此,假设被测者1的左耳被选择,将所选择的特征量 $hpL$ 作为特征量 $hpL\_1$ 。

[0103] 同样,比较部302将特征量 $hpR\_U$ 与特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 、 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 分别进行比较。然后,比较部302从 $2n$ 个特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 、 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 中选择与特征量 $hpR\_U$ 最相似的一个。在此,假设被测者 $m$ 的右耳被选择,将所选择的特征量作为特征量 $hpR\_m$ 。

[0104] 比较部302将比较结果输出到提取部304。具体而言,将相似度得分最高的第二预设数据的被测者ID和耳朵的左右输出到提取部304。提取部304基于比较结果提取第一预设数据。

[0105] 提取部304从数据存储部303读取与特征量 $hpL\_1$ 对应的空间音响传递特性。提取部304参照数据存储部303,提取被测者1的左耳的空间音响传递特性 $H1s\_1$ 、空间音响传递特性 $Hro\_1$ 。

[0106] 同样地,提取部304从数据存储部303读取与特征量 $hpR\_m$ 对应的空间音响传递特性。提取部304参照数据存储部303,提取被测者 $m$ 的右耳的空间音响传递特性 $Hrs\_m$ 、空间音响传递特性 $H1o\_m$ 。

[0107] 这样,比较部302将用户数据与多个第二预设数据进行比较。然后,提取部304基于第二预设数据与用户数据的比较结果,提取适合于用户的第一预设数据。

[0108] 然后,发送部305将由提取部304提取的第一预设数据发送到头外定位处理装置100。发送部305对第一预设数据进行与通信标准对应的处理(例如调制处理)并进行发送。在此,关于左耳,空间音响传递特性 $H1s\_1$ 、空间音响传递特性 $Hro\_1$ 作为第一预设数据被提取,关于右耳,空间音响传递特性 $Hrs\_m$ 、空间音响传递特性 $H1o\_m$ 作为第一预设数据被提取。因此,发送部305将空间音响传递特性 $H1s\_1$ 、空间音响传递特性 $Hro\_1$ 、空间音响传递特性 $Hrs\_m$ 、空间音响传递特性 $H1o\_m$ 发送到头外定位处理装置100。

[0109] 返到图4说明。接收部114接收从发送部305发送的第一预设数据。接收部对接收到的第一预设数据进行与通信标准对应的处理(例如解调处理)。接收部114接收空间音响传递特性H1s\_1和空间音响传递特性Hro\_1作为与左耳相关的第一预设数据,接收空间音响传递特性Hrs\_\_m、空间音响传递特性Hlo\_\_m作为与右耳相关的第一预设数据。

[0110] 然后,滤波器存储部122基于第一预设数据来存储空间音响滤波器。即,空间音响传递特性H1s\_\_1成为用户U的空间音响传递特性H1s,空间音响传递特性Hro\_\_1成为用户U的空间音响传递特性Hro。同样,空间音响传递特性Hrs\_\_m成为用户U的空间音响传递特性Hrs,空间音响传递特性Hlo\_\_m成为用户U的空间音响传递特性Hlo。

[0111] 另外,在第一预设数据是以滤波器长度切出后的数据的情况下,头外定位处理装置100将第一预设数据保持原样作为空间音响滤波器存储。例如,空间音响传递特性H1s\_1是用户U的空间音响传递特性H1s。在第一预设数据是以滤波器长度切出之前的数据的情况下,头外定位处理装置100进行将空间音响传递特性以滤波器长度切出的处理。

[0112] 运算处理部120使用与四个空间音响传递特性H1s、Hlo、Hro、Hrs对应的空间音响滤波器和逆滤波器,进行运算处理。运算处理部120由图1所示的头外定位处理部10、滤波器部41、滤波器部42构成。因此,运算处理部120使用四个空间音响滤波器和两个逆滤波器对立体声输入信号执行上述卷积运算处理等。

[0113] 这样,数据存储部303对每个被测者1将第一预设数据和第二预设数据相关联地存储。第一预设数据是与被测者1的空间音响传递特性相关的数据。第二预设数据是与被测者1的外耳道传递特性相关的数据。

[0114] 比较部302将用户数据与第二预设数据进行比较。用户数据是与通过用户测量获得的外耳道传递特性相关的数据。然后,比较部302决定与用户的外耳道传递特性类似的被测者1和耳朵的左右。

[0115] 提取部304读出与所决定的被测者和耳朵的左右对应的第一预设数据。然后,发送部305将提取出的第一预设数据发送到头外定位处理装置100。作为用户终端的头外定位处理装置100使用基于第一预设数据的空间音响滤波器和基于测量数据的逆滤波器,进行头外定位处理。

[0116] 这样,即使用户U不测量空间音响传递特性,也可以决定适当的滤波器。因此,不需要用户去听音室等,也不需要用户在用户的家中设置扬声器等。在佩戴耳机的状态下执行用户测量。即,如果用户U佩戴着头戴耳机和麦克风,则能够测量用户个人的外耳道传递特性。因此,可以用简单简便的方法实现定位效果好的头外定位。另外,优选用户测量和头外定位收听所使用的头戴耳机43是相同类型的耳机。

[0117] 另外,在本实施方式涉及的方法中,不需要进行听多个预设特性的听觉测试,也不需要细致地测量身体的特征。因此,能够减轻用户负担,能够提高便利性。特别是高频带对个人特性的影响高,因此ECTF特性取得部112将容易表现特征的高频带的频率振幅特性作为特征量hpL、hpR来计算。然后,通过比较被测者和用户的特征量,能够选择特性相似的被测者。并且,提取部304提取所选择的被测者的耳朵的第一预设数据,因此能够期待高的头外定位效果。

[0118] 另外,比较部302也可以不直接对接收到的用户数据和存储的第二预设数据进行比较。即,比较部302也可以在对接收到的用户数据和存储的第二预设数据中的至少一者实

施运算处理后进行比较。例如,在用户数据和第二预设数据为2kHz~20kHz的频率振幅特性的情况下,比较部302也可以对各个频率振幅特性实施平滑化处理。然后,比较部302也可以对平滑化处理后的频率振幅特性进行比较。

[0119] 或者,在用户数据是所有频带的频率振幅特性,第二预设数据是2kHz~20kHz的频带的频率振幅特性的情况下,比较部302也可以从用户数据中提取2kHz~20kHz的频带的频率振幅特性。然后,比较部302可以比较所提取的频率振幅特性。这样,比较部302中的比较不仅包括直接比较用户数据和第二预设数据的情况,还包括将从用户数据获得的数据与从第二预设数据获得的数据进行比较的情况。此外,通过使用特征量而不是外耳道传递特性本身作为第二预设数据,可以减少数据量。另外,由于无需每次比较都求出特征量,因此能够减轻服务器装置300中的处理负担。

[0120] 接着,使用图7说明本实施方式涉及的头外定位滤波器决定方法。图7是表示头外定位滤波器决定方法的流程图。另外,在实施图7所示的流程之前,测量装置200实施第一及第二事先测量。即,在数据存储器303存储多个数据集的状态下,实施图7的处理。

[0121] 首先,脉冲响应测量部111实施用户测量(S11)。由此,脉冲响应测量部111取得与用户U的外耳道传递特性相关的测量数据ECTFL、ECTFR。然后,ECTF特性取得部112从测量数据ECTFL、ECTFR计算特征量 $hpL\_U$ 、 $hpR\_U$ (S12)。ECTF特性取得部112对外耳道传递特性的测量数据进行傅立叶变换来计算频率振幅特性。ECTF特性取得部112提取规定的频带的频率振幅特性,并进行平滑化。由此,计算出成为用户数据的特征量 $hpL\_U$ 、 $hpR\_U$ 。发送部113将特征量 $hpL\_U$ 、 $hpR\_U$ 发送到服务器装置300(S13)。

[0122] 若服务器装置300的接收部301接收特征量 $hpL\_U$ 、 $hpR\_U$ ,则比较部302计算特征量 $hpL\_U$ 与数据存储器303中的全部特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 、 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 的相似度得分(S14)。然后,比较部302选择具有最高相似度得分的数据集(S15)。另外,能够将两个特征量的相关性设为相似度得分。另外,相似度得分不限于相关值,也可以是距离矢量大小(欧几里得距离)、余弦相似度(余弦距离)、马氏距离、皮尔逊相关系数等。比较部302选择具有最高相似度得分的数据集。提取部304提取具有最高相似度得分的数据集的第一预设数据(S16)。即,提取部304从2n个第一预设数据中读出一个第一预设数据。

[0123] 比较部302计算用户U的特征量 $hpR\_U$ 与存储在数据存储器303中的全部特征量 $hpL\_A \sim hpL\_N$ 、 $hpR\_A \sim hpR\_N$ 的相似度得分(S17)。然后,比较部302选择具有最高相似度得分的数据集(S18)。提取部304提取具有最高相似度得分的数据集的第一预设数据(S19)。即,提取部304从2n个第一预设数据中读出一个第一预设数据。

[0124] 发送部305将在S16和S19中提取的两个第一预设数据分别发送到头外定位处理装置100(S20)。由此,发送部305将四个空间音响传递特性发送到头外定位处理装置100。另外,对左右特征量的比较处理以及提取处理的顺序可以相反,也可以并行地进行处理。

[0125] 通过这样处理,即使不进行空间音响传递特性的用户测量,也能够决定适当的滤波器。因此,能够提高便利性。

[0126] 以下,说明从外耳道传递特性的类似性中提取空间音响传递特性的理由。为了产生高精度的头外定位效果,需要他人的空间音响传递特性与用户自身的空间音响传递特性相类似。在使用预设的空间音响传递特性的方法中,对于受到个人性影响的高频率,效果可能较小。此外,较高的频带,主要受外耳的影响。外耳道传递特性是佩戴头戴耳机时的传递



特性,可能多少包含外耳的影响。因此,对于外耳道传递特性高的频带,能够判断为相关性高的频带的外耳的形状相似。因此,使用2kHz以上的高频带的频率振幅特性作为特征量。并且,比较部302提取具有高频带的频率振幅特性类似的外耳道传递特性的被测者的空间音响传递特性。另外,特征量优选包含规定的频率以上的高频带的频率振幅特性。作为规定的频率,优选从1kHz到3kHz的频率。

[0127] 对5名被测者A~E的外耳道传递特性的特征量的研究结果进行说明。这里,特征量是将外耳道传递特性的2kHz~20kHz的频率振幅特性平滑化后的数据。然后,计算两个耳朵的特征量的相关值。并且,计算被测者A~E的左右耳朵的空间音响传递特性H1s或空间音响传递特性Hrs的相关值。这里,计算两个空间音响传递特性的2kHz~20kHz的频率振幅特性的相关值。在两个特征量的相关值(相似度得分)高的情况下,空间音响传递特性H1s或空间音响传递特性Hrs的相关值变高。以下是测量数据的一些例子。

[0128] 测量数据1(被测者B的左耳和被测者B的右耳)

[0129] 特征量的相关值:0.940508

[0130] 空间音响传递特性H1s\_B与空间音响传递特性Hrs\_B的相关值:0.899687

[0131] 测量数据2(被测者C的右耳和被测者D的左耳)

[0132] 特征量的相关值:0.962504

[0133] 空间音响传递特性Hrs\_C与空间音响传递特性H1s\_D的相关值:0.711014

[0134] 测量数据3(被测者B的右耳和被测者C的右耳)

[0135] 特征量的相关值:0.898839

[0136] 空间音响传递特性Hrs\_B与空间音响传递特性Hrs\_C的相关值:0.859318

[0137] 测量数据4(被测者A的左耳和被测者B的右耳)

[0138] 特征量的相关值:0.105869

[0139] 空间音响传递特性H1s\_A与空间音响传递特性Hrs\_B的相关值:0.328452

[0140] 测量数据5(被测者A的右耳和被测者D的左耳)

[0141] 特征量的相关值:0.480002

[0142] 空间音响传递特性Hrs\_A与空间音响传递特性H1s\_D的相关值:0.388985

[0143] 可知特征量彼此的相关值与空间音响传递特性彼此的相关值的相关性高。例如,如测量数据1~3所示,在特征量的相关值高的情况下,空间音响传递特性的相关值也变高。另外,如测量数据4~5所示,在特征量的相关值低的情况下,空间音响传递特性的相关值也低。

[0144] 因此,为了提取对于用户U来说相似度高的被测者的空间音响传递特性,将外耳道传递特性的2kHz以上的频率振幅特性作为特征量。比较部302将特征量与数据存储部303中的第二预设数据进行比较。然后,比较部302基于比较结果,选择相关值高的被测者。优选至少数据存储部303中的预设数据是在相同的环境或条件下测量的数据。例如,优选在第一事先测量和第二事先测量中使用的麦克风单元2相同。优选地,在第二事先测量、用户测量和头外定位收听中使用的头戴耳机43是相同类型的耳机。

[0145] 图8、图9表示多个被测者的外耳道传递特性和空间音响传递特性的测量数据。图8是表示12个被测者的左耳的外耳道传递特性和空间音响传递特性H1s的图。图9是表示12个被测者的右耳的外耳道传递特性和空间音响传递特性H1s的图。图8、图9表示2kHz~20kHz

的频率振幅特性。

[0146] 从图8、图9可知,根据被测者或根据耳朵,外耳道传递特性和空间音响传递特性的波形大不相同。因此,难以从外耳道传递特性直接计算空间音响传递特性。在用户终端中,难以计算空间音响传递特性。因此,在本实施方式中,比较外耳道传递特性彼此的特征量,并基于该比较结果,提取空间音响传递特性。

[0147] 另外,即使是相同的被测者,由于左右耳朵的形状和位置等不同,所以左右耳朵中空间音响传递特性不同。因此,空间音响传递特性的配对优选分别处理左耳和右耳。即,将特征量 $hpL$ 、空间音响传递特性 $H1s$ 和空间音响传递特性 $Hro$ 作为与左耳相关的一个数据集,并将特征量 $hpR$ 、空间音响传递特性 $Hrs$ 和空间音响传递特性 $H1o$ 作为与右耳相关的一个数据集。由此,能够适当地决定头外定位滤波器。

[0148] 变形例

[0149] 发送部113发送的用户数据不限于特征量,也可以是测量数据ECTF本身。测量数据ECTF可以是时域的数据,也可以是频域的数据。发送部113可以将所有频带中的频率振幅特性作为用户数据发送到服务器装置300。

[0150] 关于第二预设数据也不限于外耳道传递特性的特征量。例如,第二预设数据可以是所有频带的外耳道传递特性。或者,第二预设数据可以是时域的外耳道传递特性。第二预设数据只要是与被测者的外耳道传递特性相关的数据即可。然后,在比较部302中,也可以对第二预设数据和用户数据进行处理,计算相同形式的特征量。

[0151] 关于第一预设数据也不限于时域的空间音响传递特性。例如,第一预设数据可以是频域的空间音响传递特性。另外,数据存储部303也可以不对每个耳朵存储数据集,而对每个被测者存储数据集。即,一个数据集可以包括四个空间音响传递特性 $H1s$ 、 $H1o$ 、 $Hro$ 、 $Hrs$ 和两个耳朵的外耳道传递特性的测量数据的特征量。

[0152] 另外,各数据频率振幅特性及频率相位特性等可以是Log标尺,也可以是线性标尺。第一和第二预设数据可以包括其它参数和特征量。以下,使用图10~图12对预设数据的数据形式的具体例进行说明。

[0153] 变形例1

[0154] 图10是表示变形例1中的预设数据的数据形式的表。在图10中,第二参数是外耳道传递特性的测量数据ECTFL、ECTFR本身。另外,第二事先测量的测量数据ECTFL、ECTFR可以是时域的数据,也可以是频域的数据。在这种情况下,由头外定位处理装置100发送的用户数据也可以是测量数据ECTFL、ECTFR。在这种情况下,比较部302从测量数据计算特征量。

[0155] 通过数据存储部303存储测量数据ECTF本身而不是特征量,由此能够适当变更进行比较的特征量。即,可以重新评估特征量,以便可以决定更合适的头外定位滤波器。另外,也可以将测量数据ECTFL、ECTFR直接作为特征量使用。

[0156] 并且,在变形例1中,第一预设数据中的空间音响传递特性的配对与图6不同。空间音响传递特性 $H1s$ 和空间音响传递特性 $H1o$ 的对与外耳道传递特性的测量数据ECTFL相关联。例如,对被测者A的左耳的数据集包括测量数据ECTFL\_\_A、空间音响传递特性 $H1s$ \_\_A和空间音响传递特性 $H1o$ \_\_A。空间音响传递特性 $Hrs$ 和空间音响传递特性 $Hro$ 的对与外耳道传递特性的测量数据ECTFR相关联。例如,对被测者B的右耳的数据集包括测量数据ECTFR\_\_B、空间音响传递特性 $Hrs$ \_\_B和空间音响传递特性 $Hro$ \_\_B。

[0157] 空间音响传递特性H1s、Hrs与空间音响传递特性H1o、Hro相比能量也高。因此,如图10所示,也可以设定数据集中包含的空间音响传递特性的对。靠近扬声器一侧的耳朵的空间音响传递函数H1s、Hrs通过头部外侧的传递路径。因此,可以认为空间音响传递函数H1s、Hrs受到外耳的强烈影响。在变形例1中,将空间音响传递函数H1s与空间音响传递函数H1o进行配对,将空间音响传递函数Hrs与空间音响传递函数Hro进行配对。

[0158] 另外,根据耳朵和扬声器配置对称性,与用户U的左耳的外耳道传递特性最相似的外耳道传递特性可以成为被测者1的右耳的数据。同样地,与用户U的右耳的外耳道传递特性最相似的外耳道传递特性可以成为被测者1的左耳的数据。

[0159] 变形例2

[0160] 图11是表示变形例2中的预设数据的数据形式的表。在变形例2中,除了空间音响传递特性1和空间音响传递特性2之外,第一预设数据还包括延迟量(delay)和级别(level)。延迟量表示从空间音响传递特性1到空间音响传递特性2之间的到达时间的差。例如,延迟量ITDL\_A表示空间音响传递特性H1s\_A中的脉冲声的到达时间与空间音响传递特性H1o\_A中的脉冲声的到达时间的差。延迟量是与被测者的头部的大小对应的值。

[0161] 等级是空间音响传递特性1的振幅等级与空间音响传递特性2的振幅等级之差。例如,等级ILDL\_A表示所有频带中的空间音响传递特性H1s\_A的频率振幅特性的平均值与所有频带中的空间音响传递特性H1o\_A的频率振幅特性的平均值的差。这样,对于第一预设数据,包含空间音响传递特性的对的特征量。

[0162] 然后,发送部305将这样的特征量发送到头外定位处理装置100。在头外定位处理装置100中,通过用户U的听觉测试等来调整这样的特征量。使用调整后的特征量能够优化空间音响滤波器。

[0163] 例如,头外定位处理部10在对空间音响传递特性H1s、Hrs的空间音响滤波器进行卷积时,将延迟量设为0,也可以适当变更空间音响传递特性H1o、Hro的延迟量。

[0164] 此外,为了对较低的频带也提高定位效果,用户U可以调整延迟量。用户独立地调整空间音响传递特性H1s与空间音响传递特性H1o之间的延迟量、以及空间音响传递特性Hrs与空间音响传递特性Hro之间的延迟量。

[0165] 或者,也可以以与头部周围的长度对应的延迟量来延迟空间音响传递特性。例如,用户U也可以输入头部周围的长度的测量值、帽子的尺寸。由此,能够以与头部周围的长度对应的延迟量使空间音响传递特性H1o、Hro从空间音响传递特性H1s、Hrs延迟。

[0166] 也可以通过将用户U的左右的耳朵宽度或头部周围进行数值输入,来计算中低频带的相位差(延迟量)。而且,对于被测者的侧面侧的空间音响传递特性H1s、Hrs和串扰侧的空间音响传递特性H1o、Hro,也可以反映延迟量和等级差。这样,可以通过考虑延迟量、等级等来计算空间音响滤波器。

[0167] 第二预设数据包括特征量hpL、hpR和外耳道传递特性的测量数据ECTFL、ECTFR。由于第二预设数据具有特征量,因此在比较时,不需要根据外耳道传递特性来计算特征量。因此,能够简化处理。此外,由于第二预设数据包括外耳道传递特性的测量数据,因此可以重新设定特征量。例如,能够变更成为特征量的频率振幅特性的频带。

[0168] 变形例3

[0169] 图12是表示变形例3中的预设数据的数据形式的表。在变形例3中,第一预设数据

具有空间音响传递特性的频率相位特性1、频率相位测量2、以及频率振幅特性1、频率振幅特性2。另外,第二预设数据具有特征量1和特征量2。

[0170] 特征量1是外耳道传递特性在2kHz~20kHz中的频率振幅特性。特征量2是外耳道传递特性在小于2kHz的低频带中的频率振幅特性。例如,可以通过对两种类型的特征量进行加权来计算相似度得分。

[0171] 在变形例3中,作为第一预设数据,数据存储部303存储频域中的空间音响传递特性。例如,通过对时域的空间音响传递特性H1s\_\_A进行傅立叶变换,计算出频率振幅特性H1s\_\_am\_\_A和频率相位特性H1s\_\_p\_\_A。并且,数据存储部303将频率振幅特性和频率相位特性作为第一预设数据进行存储。

[0172] 然后,发送部305将提取出的数据集的频率振幅特性和频率相位特性发送到头外定位处理装置100。然后,头外定位处理装置100基于频率振幅特性和频率相位特性,生成空间音响传递特性的空间音响滤波器。或者,服务器装置300也可以基于频率振幅特性和频率相位特性,生成空间音响传递特性的空间音响滤波器。然后,也可以将服务器装置300生成的空间音响滤波器发送到头外定位处理装置100。另外,服务器装置300也可以进行滤波器生成处理的一部分,头外定位处理装置100进行剩余的处理。

[0173] 其他实施方式

[0174] 成为头外定位处理装置100的用户终端是个人计算机、智能电话、便携式音乐播放器、mp3播放器、平板终端。另外,用户终端并不限于物理上单一的装置。例如,用户终端也可以是组合了便携式音乐播放器和个人计算机等的结构。在这种情况下,连接头戴耳机的便携式音乐播放器具有产生测量信号的功能,连接麦克风单元的个人计算机具有存储测量数据的功能以及发送用户数据的通信功能。

[0175] 另外,进行用户测量的用户终端和进行头外定位处理的用户终端也可以是不同的终端。由此,用户能够使用任意的用户终端来收听经头外定位处理后的再现信号。此外,用户可以在多个终端(再现设备)中共享相同的头外定位滤波器。此时,对于相同的头戴耳机43设定相同的头外定位滤波器,对于不同的头戴耳机43设定不同的头外定位滤波器。

[0176] 用户数据可以通过测量获得的测量数据本身,也可以是从测量数据中提取的一部分测量数据。并且,用户数据也可以是对测量数据实施了平滑化等处理的数据。

[0177] 也可以提示相似度高的多个第一预设数据,使用户U选择。例如,比较部302选择具有高相似度得分的三个数据集。发送部305针对单耳发送三个第一预设数据。用户U使用三个第一预设数据进行头外定位收听时,基于听觉,用户U也可以选择最佳的第一预设数据。此外,可以根据听觉来校正头外定位滤波器。

[0178] 在数据存储部303中计算相似度的情况下,也可以根据频率进行加权。或者,也可以变更成为特征量的频带。外耳对听觉效果影响为约2kHz~约16kHz,因此特征量优选包含该频带的振幅值。另外,频率振幅特性可以是Log标尺,也可以是线性标尺。

[0179] 数据存储部303也可以保存外耳道传递特性的测量数据ECTF本身,在比较部302中计算特征量。因此,存储在数据存储部303中的第二预设数据只要是与被测者的耳朵的外耳道传递特性相关的数据即可。例如,第二预设数据可以是时域的外耳道传递特性,或者也可以是频域的外耳道传递特性。此外,第二预设数据可以是提取外耳道传递特性的一部分的数据。另外,第二预设数据也可以是对外耳道传递函数的测量数据进行平滑化处理等处理

后的数据。

[0180] 另外,第一预设数据只要是与被测者1的左右耳朵的空间音响传递特性相关的数据即可。第一预设数据可以是时域的空间音响传递特性,或者也可以是频域的空间音响传递特性。此外,第一预设数据可以是提取空间音响传递特性的一部分的数据。

[0181] 另外,也可以使预设数据依次增加。即,在新的用户(被测者)除了测量外耳道传递特性之外,还测量了空间音响传递特性的情况下,根据该测量数据,将添加新的数据集。这样,由于能够依次增加成为候选的预设数据的数据集数,所以能够决定适合用户U的头外定位处理滤波器。

[0182] 另外,服务器装置300也可以从多个测量装置200收集预设数据。例如,服务器装置300经由诸如因特网等网络获取来自多个测量装置200的预设数据。由此,能够增加成为候选的预设数据的数据集数。因此,可以决定更适合于用户U的滤波器。

[0183] 头戴耳机43和麦克风单元2可以通过无线方式输入和输出信号。另外,作为向用户的耳朵输出声音的输出单元,也可以使用耳机等来代替头戴耳机43。

[0184] 数据存储部303中的数据可以预先按每个测量环境(听音室、工作室等)进行分组(或者也可以用标签等进行关联)。然后,用户终端对用户U显示多个听音室。用户U选择想要收听的听音室。如果从用户终端发送了用户数据,则服务器装置300计算与指定的听音室相关联的特征量的相似度,向用户终端发送相关性高的被测者的第一预设数据集。用户U能够通过使用了第一预设数据的头外定位处理进行试听,试听后,如果喜欢则购买并支付费用。也可以向提供数据的被测者支付基于该费用的等价报酬(例如几%)。

[0185] 上述处理中的一部分或全部也可以通过计算机程序来执行。上述程序可以使用各种类型的非临时性计算机可读介质(non-transitory computer readable medium)存储并提供给计算机。非临时性计算机可读介质包括具有各种类型的实体的记录介质(tangible storage medium)。非临时性计算机可读介质的例子包括磁记录介质(例如软盘、磁带、硬盘驱动器)、光磁记录介质(例如光磁盘)、CD-ROM(Read Only Memory:只读存储器)、CD-R、CD-R/W、半导体存储器(例如掩模ROM、PROM(Programmable ROM)、EPROM(Erasable PROM)、闪存ROM和RAM(Random Access Memory))。此外,程序也可以通过各种类型的临时性计算机可读介质(transitory computer readable medium)提供给计算机。临时计算机可读介质的例子包括电信号、光信号和电磁波。临时计算机可读介质可以经由电线和光纤等有线通信路径或无线通信路径向计算机提供程序。

[0186] 以上,基于实施方式具体说明了本发明人完成的发明,但本发明并不限于上述实施方式,不言而喻,在不脱离其要旨的范围内可以进行各种变更。

[0187] 本申请主张以2017年5月10日申请的日本申请特愿2017-93733为基础的优先权,并将其全部公开内容纳入此处。

[0188] 产业上的可利用性

[0189] 本公开可应用于头外定位处理技术。

[0190] 符号说明

[0191] U 用户

[0192] 1 被测者

[0193] 2L 左麦克风

- [0194] 2R 右麦克风
- [0195] 5L 左扬声器
- [0196] 5R 右扬声器
- [0197] 9L 左耳
- [0198] 9R 右耳
- [0199] 10 头外定位处理部
- [0200] 11 卷积运算部
- [0201] 12 卷积运算部
- [0202] 21 卷积运算部
- [0203] 22 卷积运算部
- [0204] 24 加法运算器
- [0205] 25 加法运算器
- [0206] 41 滤波器部
- [0207] 42 滤波器部
- [0208] 43 头戴耳机
- [0209] 100 头外定位处理装置
- [0210] 111 脉冲响应测量部
- [0211] 112 ECTF特性取得部
- [0212] 113 发送部
- [0213] 114 接收部
- [0214] 120 运算处理部
- [0215] 121 逆滤波器计算部
- [0216] 122 滤波器存储部
- [0217] 200 测量装置
- [0218] 201 处理装置
- [0219] 300 服务器装置
- [0220] 301 接收部
- [0221] 302 比较部
- [0222] 303 数据存储部
- [0223] 304 提取部
- [0224] 305 发送部

100

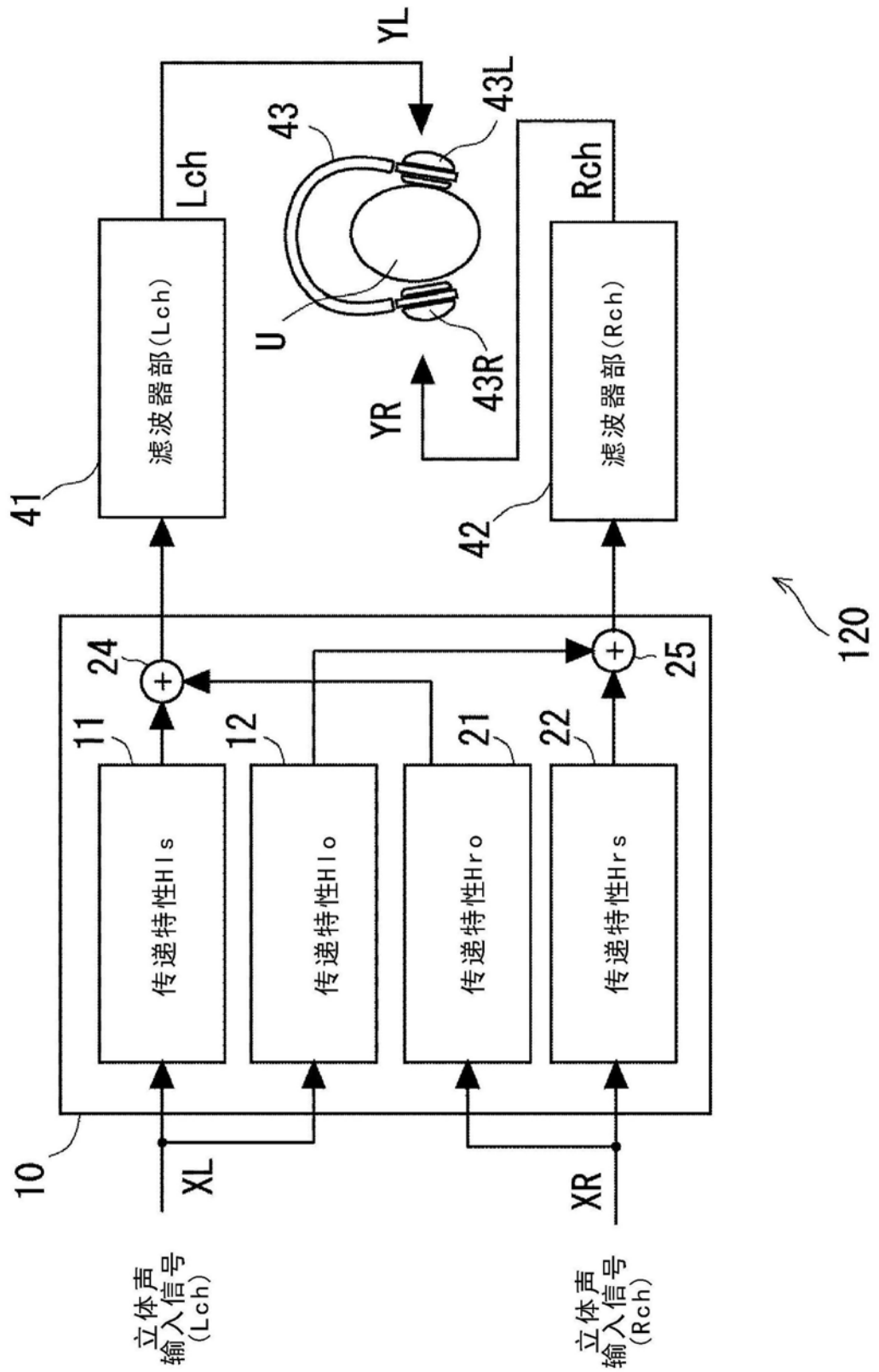


图1

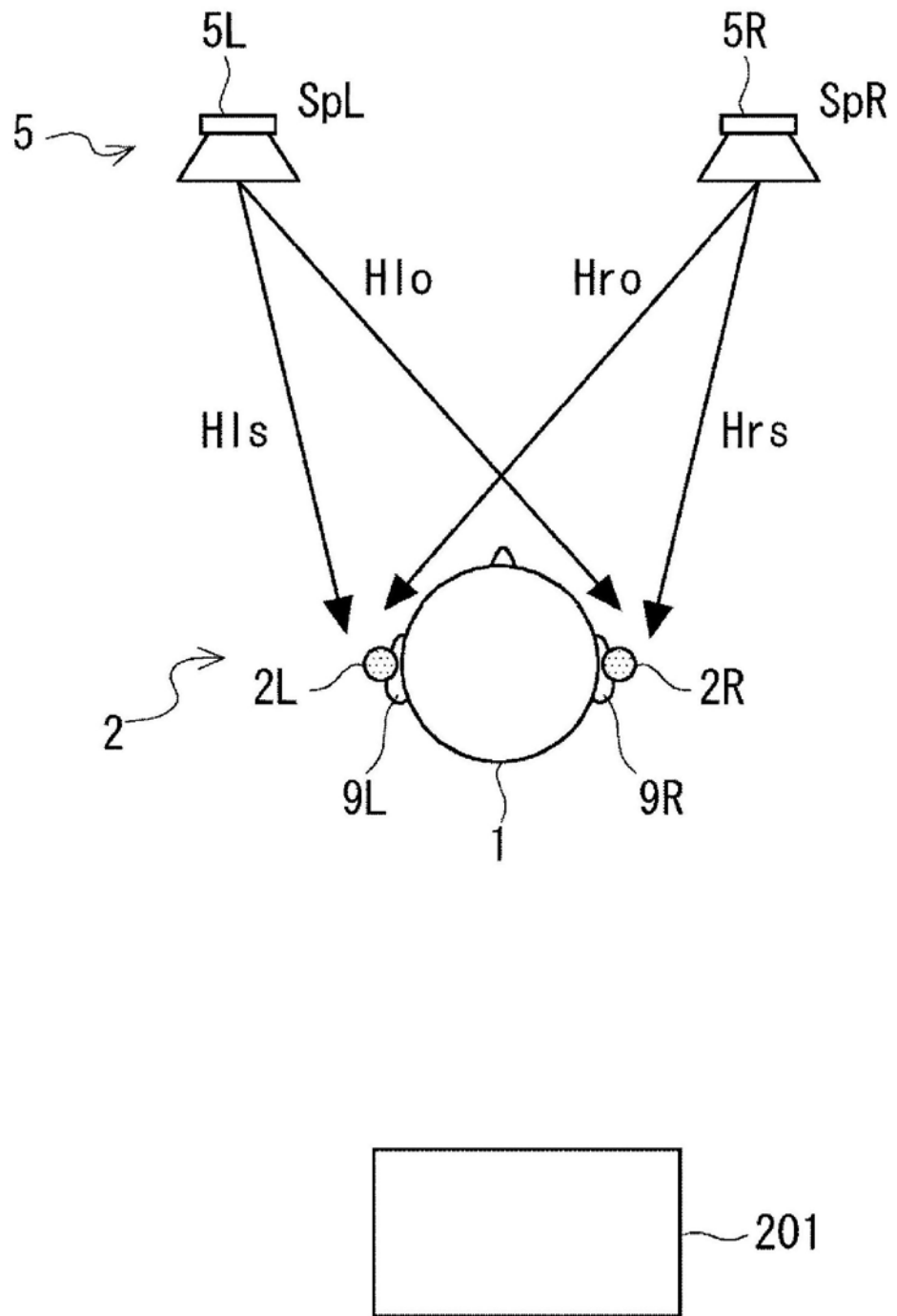
200

图2



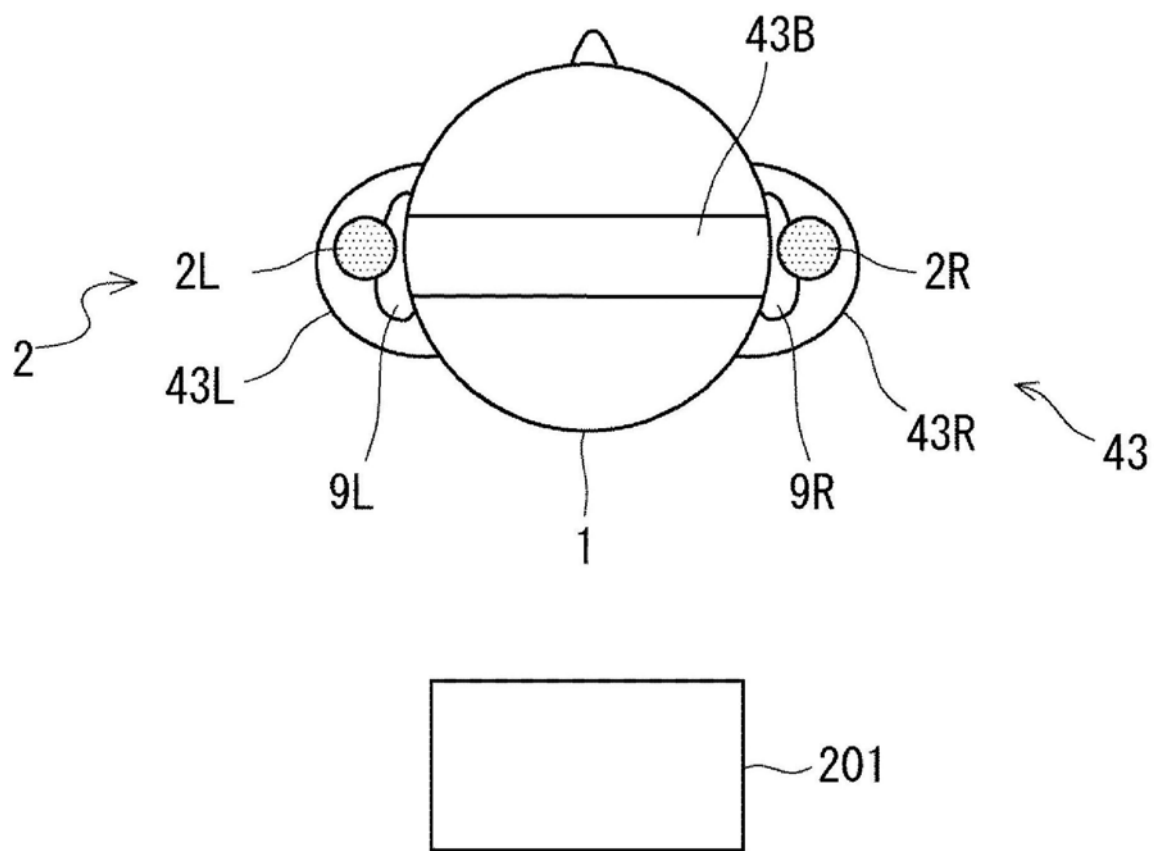
200

图3

500

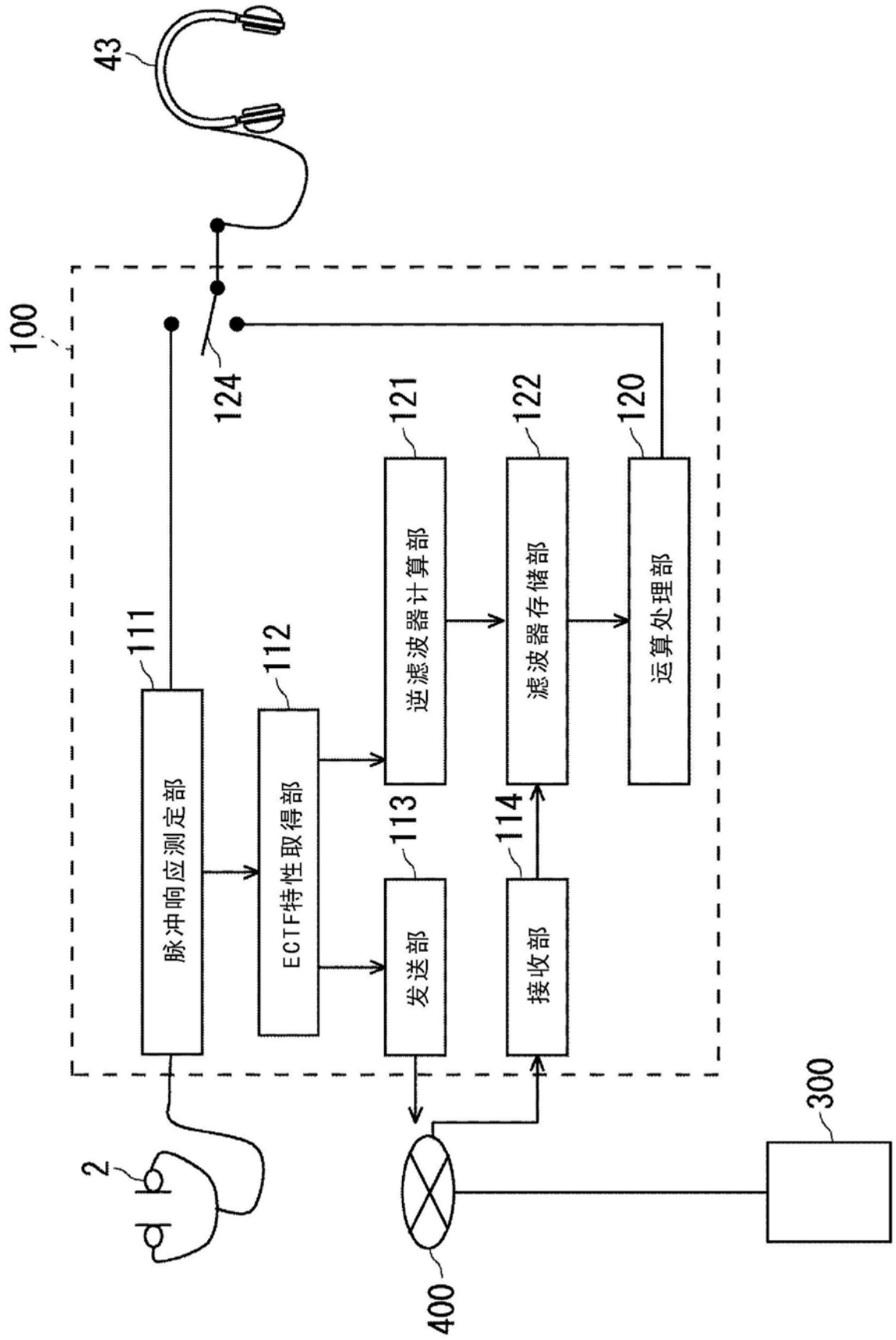


图4

300

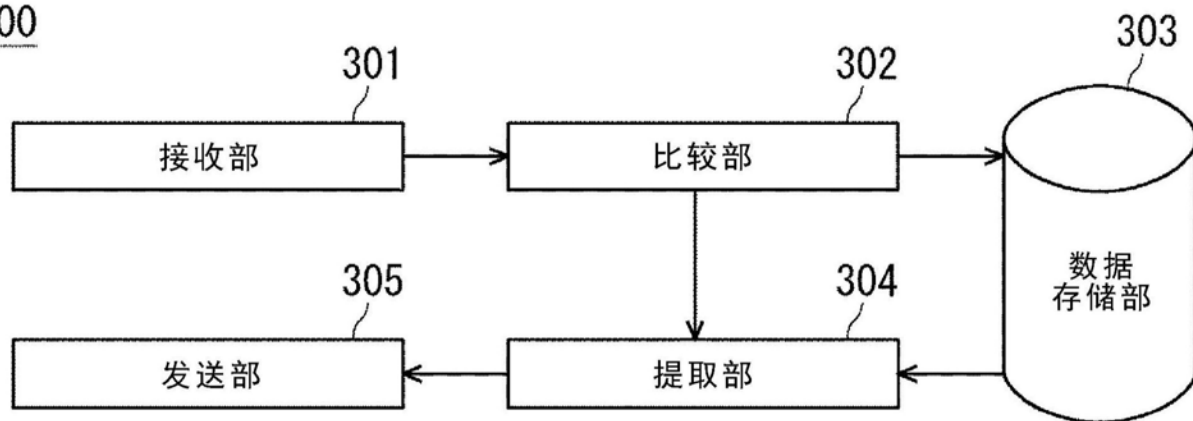


图5

被测者ID	左右	特征量	空间音响 传递特性1	空间音响 传递特性2
ID_A	L	hpL_A	Hls_A	Hro_A
ID_A	R	hpR_A	Hrs_A	Hlo_A
ID_B	L	hpL_B	Hls_B	Hro_B
ID_B	R	hpR_B	Hrs_B	Hlo_B
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

图6

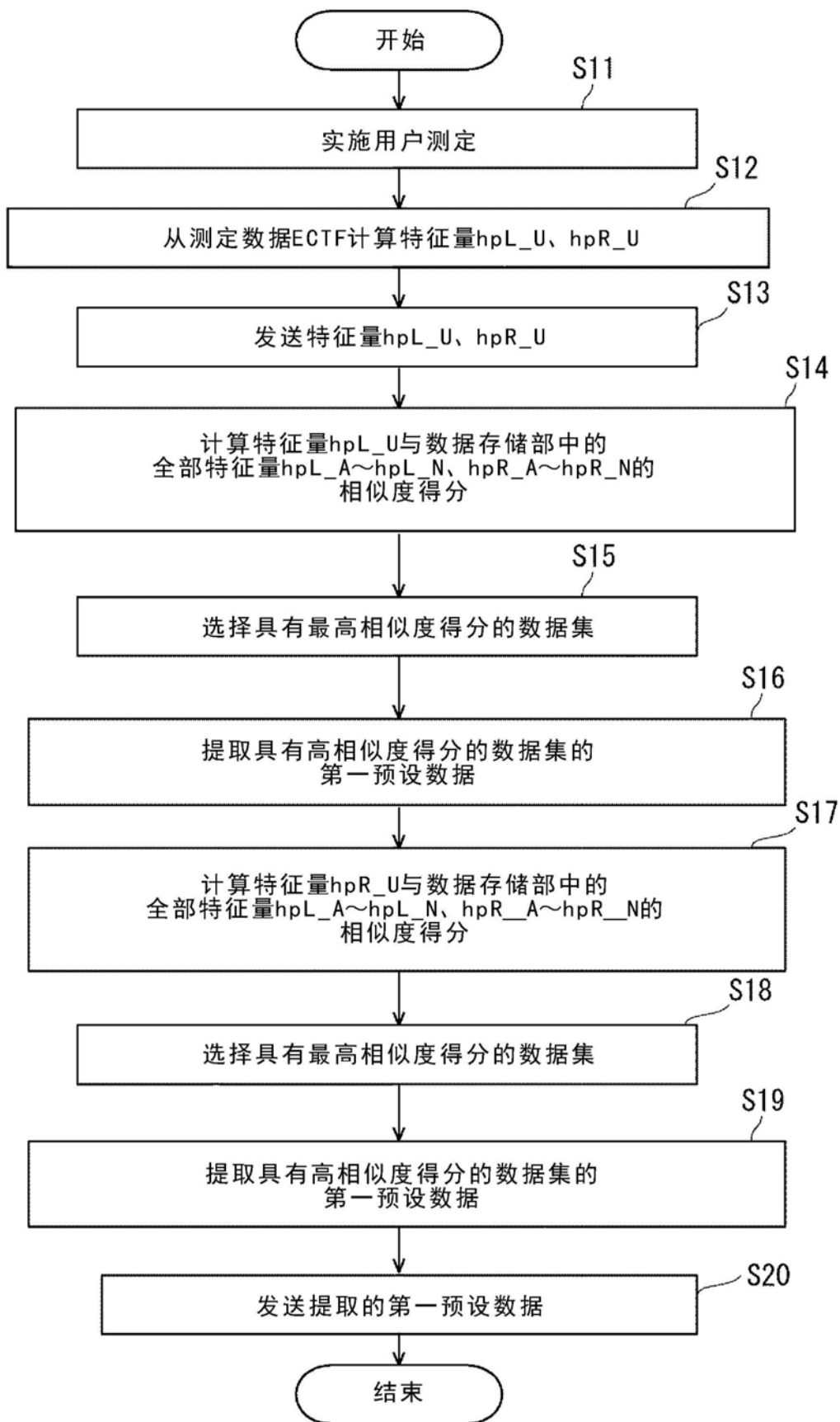


图7

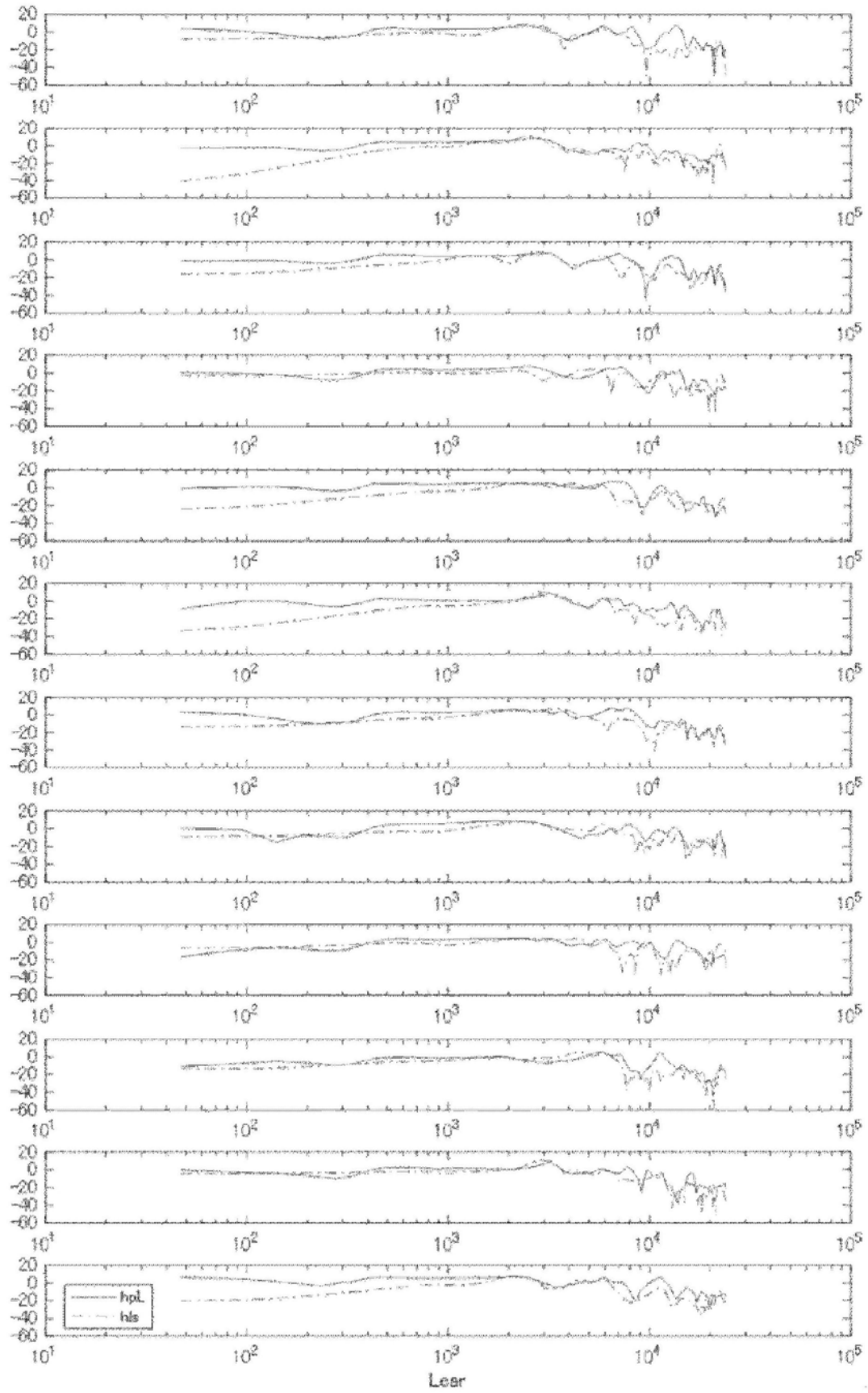


图8

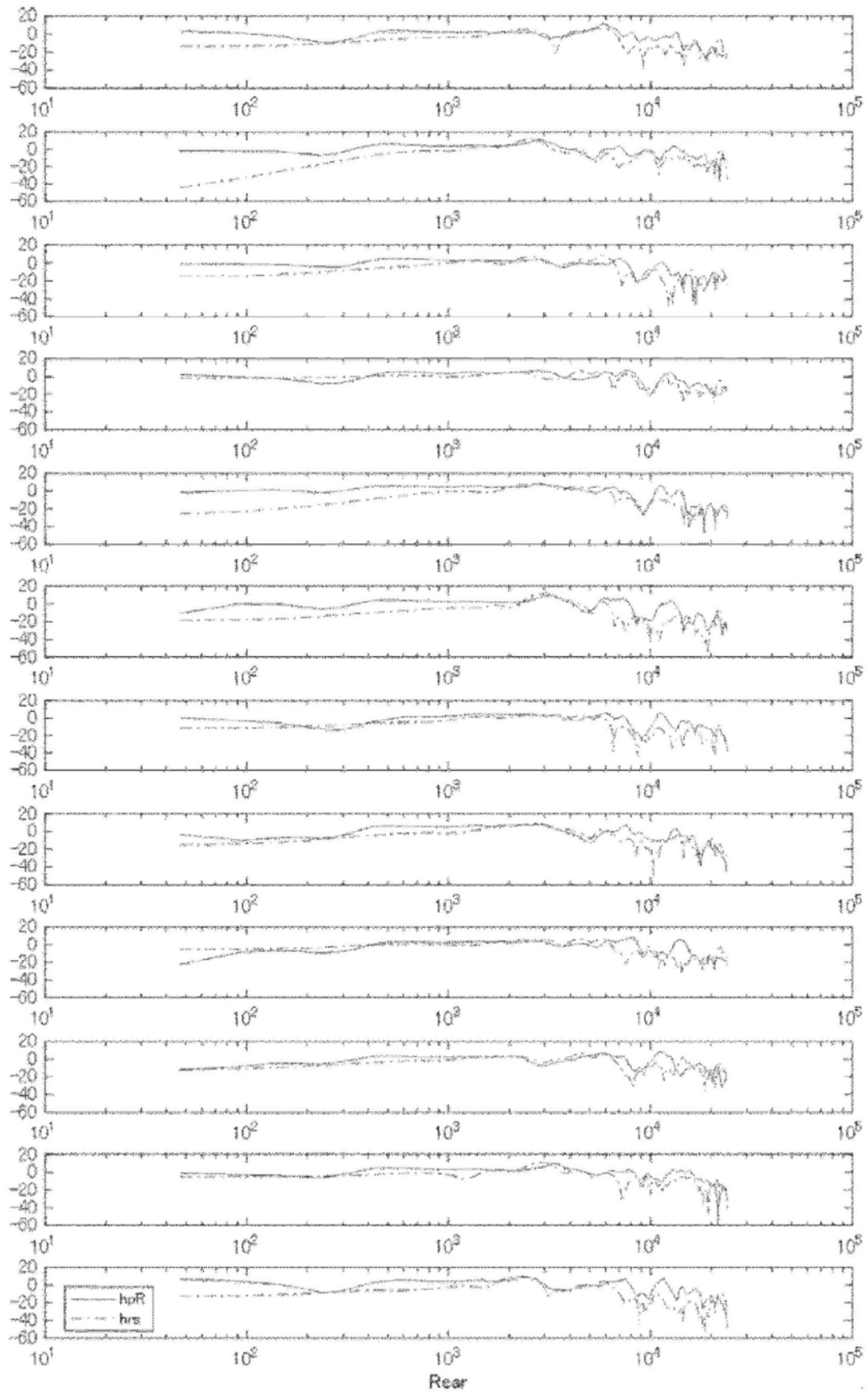


图9

被测者ID	左右	外耳道 传递特性	空间音响 传递特性1	空间音响 传递特性2
ID_A	L	ECTFL_A	Hls_A	Hlo_A
ID_A	R	ECTFR_A	Hrs_A	Hro_A
ID_B	L	ECTFL_B	Hls_B	Hlo_B
ID_B	R	ECTFR_B	Hrs_B	Hro_B
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

图10

被测者ID	左右	特征量	外耳道 传递特性	延迟量	等级	空间音响 传递特性1	空间音响 传递特性2
ID_A	L	hpL_A	ECTFL_A	ITDL_A	ILD_L_A	H s_A	H o_A
ID_A	R	hpR_A	ECTFR_A	ITDR_A	ILD_R_A	Hrs_A	Hro_A
.	.	.	.	.	.	.	.

图11



被测者ID	左右	特征量1	特征量2	频率 相位特性1	频率 相位特性2	频率 振幅特性1	频率 振幅特性2
ID_A	L	hpL_A	hpL_low_A	Hls_p_A	Hro_p_A	Hls_am_A	Hro_am_A
ID_A	R	hpR_A	hpR_low_A	Hrs_p_A	Hlo_p_A	Hrs_am_A	Hlo_am_A
.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.

图12