



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102124757 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 13

(21) 申请号 200980132104. 5

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理  
有限责任公司 11204

(22) 申请日 2009. 06. 17

代理人 余滕 王艳春

(30) 优先权数据

61/073, 281 2008. 06. 17 US

61/139, 520 2008. 12. 19 US

(51) Int. Cl.

H04R 25/00(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 02. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/047682 2009. 06. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02009/155358 EN 2009. 12. 23

(71) 申请人 依耳乐恩斯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 苏尼尔·皮瑞亚 乔纳森·P·费怡

李·菲森斯特恩 詹姆士·斯通

米德·C·基林

文森特·皮路维纳吉

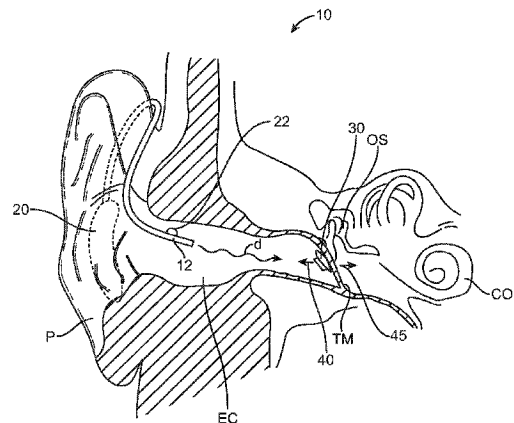
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 10 页

(54) 发明名称

具有分离式电源和信号部件的光机电听觉装置

(57) 摘要

一种传输音频信号的装置,包括至少一个光源,利用至少一个波长的光传输所述音频信号。至少一个检测器,响应于所述至少一个波长的光检测所述音频信号并生成至少一个电信号。转换器,由耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑并使其振动。有源电路,与至少一个检测器和所述转换器耦接,以响应于所述电信号驱动所述转换器,从而为用户提供高质量的声音。



1. 一种传输音频信号的装置,所述装置包括:  
至少一个光源,利用至少一个波长的光传输所述音频信号;  
至少一个检测器,响应于所述至少一个波长的光检测所述音频信号并生成至少一个电信号;  
转换器,由耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑并使所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个振动;  
有源电路,与所述至少一个检测器和所述转换器耦接,以响应于所述电信号驱动所述转换器。
2. 如权利要求 1 所述的装置,进一步包括:  
功率存储装置,与所述至少一个检测器和所述有源电路耦接,以利用来自所述至少一个检测器的能量为所述有源电路供电。
3. 如权利要求 2 所述的装置,其中,所述功率存储装置以及所述有源电路的尺寸或体积中的至少一个被构造为由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑。
4. 如权利要求 2 所述的装置,其中,所述至少一个光源以及所述至少一个检测器向所述功率存储装置和所述有源电路供电,以利用来自所述至少一个光源的能量驱动所述转换器。
5. 如权利要求 2 所述的装置,其中,所述功率存储装置包括电容或小型再充电式电池中的至少一种。
6. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述光电检测器包括晶体硅、非晶硅、微晶硅、黑硅、碲化镉、铜铟、硒化镓或铟硒化镓中的至少一种。
7. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述转换器包括压电转换器、弯张转换器、线圈、磁体或音频扬声器中的至少一个。
8. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述有源电路包括晶体管、放大器、逻辑门或触发器中的至少一个。
9. 如权利要求 1 所述的装置,进一步包括:  
接收来自输入转换器的所述音频信号的电路,并且其中所述电路利用从所述至少一个光源至所述至少一个检测器的脉宽调制信号传输所述音频信号。
10. 如权利要求 9 所述的装置,其中,所述脉宽调制信号包括  $\Delta$  PWM 信号、差动驱动 PWM 信号、 $\Delta - \Sigma$  PWM 信号或差动  $\Delta - \Sigma$  PWM 信号中的至少一个。
11. 如权利要求 1 所述的装置,进一步包括:  
耦接至接收所述音频信号的输入的电路,所述电路耦接至所述至少一个光源,并响应于所述音频信号调节所述至少一个光源的输出以为所述有源电路供电。
12. 如权利要求 11 所述的装置,其中,所述电路测量所述音频信号以确定所述音频信号的能量,并响应于所述音频信号的功率来调节由所述至少一个光源传输的能量总量。
13. 如权利要求 11 所述的装置,其中,所述电路响应于所述音频信号来调节所述至少一个光源的脉冲的直流偏置或幅度中的至少一个,以向所述有源电路供电。
14. 如权利要求 11 所述的装置,其中,所述至少一个光源包括:  
第一光源,传输所述音频信号;以及  
第二光源,传输能量,

所述电路响应于所述音频信号来调节由所述第二光源传输的能量总量。

15. 如权利要求 11 所述的装置,其中,所述电路包括

声音处理器,测量所述音频信号并响应于所述音频信号来调节所述至少一个光源的所述输出,以向所述有源电路供电。

16. 一种传输音频信号的系统,所述系统包括:

输入转换器组件,包括至少一个用于发射至少一个波长的光的光源;以及

输出转换器组件,包括:

至少一个检测器,检测所述至少一个波长的光;

有源电路,耦接至所述至少一个检测器;

转换器,电耦接至所述有源电路,所述转换器响应于所述至少一个波长的光来振动所述用户的耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个。

17. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述输出转换器组件由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑。

18. 如权利要求 17 所述的系统,其中,所述输出转换器组件包括:

功率存储装置,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑,并且所述功率存储装置的尺寸或体积中的至少一个被构造为随着所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个振动。

19. 如权利要求 17 所述的系统,其中,所述有源电路耦接至所述检测器和所述转换器,以响应于所述至少一个波长的光来驱动所述转换器,并且

所述有源电路的尺寸或体积中的至少一个被构造为随着所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个振动。

20. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述输入转换器将所述至少一个波长的光作为脉宽调制信号进行传输,并且

所述输出转换器组件响应于所述脉宽调制信号来振动所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个。

21. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述至少一个波长的光包括第一波长的光和第二波长的光,并且

所述至少一个光源包括用于发射所述第一波长的第一光源,以及用于发射第二波长的光的第二光源,并且

所述至少一个检测器包括第一检测器和第二检测器,所述第一检测器响应于所述第一至少一个波长的光以第一运动来移动所述转换器,所述第二检测器响应于所述第二至少一个波长以第二运动所述第一运动来移动所述转换器,所述第二运动与所述第一运动相反。

22. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述至少一个波长的光包括紫外光、可见光或红外光中的至少一个。

23. 一种传输音频信号的方法,所述方法包括:

从至少一个光源发射至少一个波长的光;

检测所述至少一个波长的光以生成电信号;以及

响应于所述电信号来振动用户的耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个。

24. 如权利要求 23 所述的方法,其中,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑所述输出转换器组件。

25. 如权利要求 24 所述的方法,其中,所述输出转换器组件包括:  
功率存储装置,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑,并且,  
当所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个被振动时,所述功率存储装置振动。
26. 如权利要求 24 所述的方法,其中,所述输出转换器组件包括:  
有源电路,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑,并且,  
所述有源电路耦接至所述检测器和所述转换器以响应于所述至少一个波长的光来驱动所述转换器,并且  
当所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个被振动时,所述有源电路振动。
27. 一种刺激目标组织的装置,所述装置包括:  
至少一个光源,传输包括至少一个波长的光的脉宽调制的光信号;  
至少一个检测器,耦接至所述目标组织以响应于所述调制的光信号来刺激所述目标组织。
28. 如权利要求 27 所述的装置,其中,植入式检测器利用振动或电流中的至少一种刺激所述目标组织,并且  
所述检测器耦接至转换器或至少两个电极中的至少一个。
29. 如权利要求 28 所述的装置,其中,所述检测器利用所述电流刺激所述组织,并且  
所述检测器耦接至所述至少两个电极。
30. 如权利要求 28 所述的装置,其中,所述目标组织包括所述用户的耳蜗,并且,  
所述调制的光信号包括音频信号。
31. 一种刺激目标组织的方法,所述方法包括:  
从至少一个光源发射包括至少一个波长的光的脉宽调制的光信号;以及  
响应于所述调制的光信号刺激所述目标组织。
32. 如权利要求 31 所述的方法,其中,利用振动或电流中的至少一种刺激所述目标组织。
33. 如权利要求 32 所述的方法,其中,利用所述电流刺激所述目标组织,并且  
植入式检测器耦接至至少两个电极并响应于包括所述至少一个波长的光的所述调制的信号来刺激所述组织。
34. 如权利要求 32 所述的方法,其中,所述目标组织包括所述用户的耳蜗,并且  
所述调制的光信号包括音频信号。
35. 一种将包括声音的音频信号传输给用户的装置,所述装置包括:  
传输所述音频信号的器件;以及  
检测所述音频信号从而使所述用户听到所述音频的器件。

## 具有分离式电源和信号部件的光机电听觉装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据 35 USC 119(e) 要求 2008 年 6 月 17 日提交的第 61/073, 281 号以及 2008 年 12 月 19 日提交的第 61/139, 520 号美国临时专利申请的优先权, 并将其全部内容通过引用合并入本文。

[0003] 本申请的主题涉及以下临时申请: 2008 年 6 月 17 日提交的标题为“OPTICAL ELECTRO-MECHANICAL HEARING DEVICES WITH COMBINED POWER AND SIGNAL ARCHITECTURES(利用由功率和信号组成的结构的光机电听觉设备)”的第 61/073, 271 号临时申请、2008 年 12 月 19 日提交的标题为“OPTICAL ELECTRO-MECHANICAL HEARING DEVICES WITH COMBINED POWER AND SIGNAL ARCHITECTURES(利用由功率和信号组成的结构的光机电听觉设备)”的第 61/139, 522 号临时申请; 以及 2009 年 5 月 11 日提交的标题为“OPTICAL ELECTRO-MECHANICAL HEARING DEVICES WITH COMBINED POWER AND SIGNAL ARCHITECTURES(利用由功率和信号组成的结构的光机电听觉设备)”的第 61/177, 047 号临时申请, 根据本发明的一些实施方式通过引用和结合将以上申请的全部内容并入本文。

### 背景技术

#### [0004] 1. 技术领域

[0005] 本发明涉及听觉系统、装置和方法。虽然是为助听系统定做的, 但是本发明的实施方式可以用于利用振动或电流中至少一种来刺激组织的多种应用, 例如无线通信、神经障碍(例如帕金森综合症)的治疗以及人工耳蜗。

[0006] 人们愿意听。听觉装置可利用通信系统和辅助器以有助于听觉障碍。听觉障碍的主体需要助听器以与周围的人进行口头交流。因为提高了舒适度并改进了外观, 开放式沟道助听器已经被证明在市場是成功的。开放式沟道助听器受欢迎的另一个原因是减少了耳道的阻塞。阻塞可导致不自然, 阻塞耳道的大型助听器可导致隧道式的听觉效果。然而, 开放式沟道助听器的可能出现回馈(feedback)问题。传声器的位置距离扬声器太近或放大的声音太大可导致回馈。因此, 回馈限制了助听器能够提供的扩音度。在某些情况下, 通过使用刺激自然听觉传播路径(例如刺激鼓膜和/或听骨链的骨头)的非传音器件可减小回馈。可将永磁体或多个磁体与耳膜或中耳的听小骨耦接以刺激听觉路径。这些永磁体可以被磁性地驱动以引起听觉传播路径中的运动, 从而引起导致感受到听觉的神经冲动。通过利用液体和表面张力可将永磁体与耳膜耦接, 例如第 5, 259, 032 和 6, 084, 975 号美国专利中所描述的。

[0007] 然而, 与本发明相关的工作提出磁性地驱动听觉传播路径可能有局限。为了驱动附接的磁体而生成的磁场的强度可随着从发电机磁场线圈至永磁体的距离而迅速降低。对于植入到听小骨的磁体而言, 可能需要入侵性的手术。将磁体耦接至耳膜可避免入侵性手术的需求。然而, 需要将驱动器线圈与永磁体对准, 并且至少在某些情况下, 邻近磁体的驱动器线圈的设置可使用户不舒服。

[0008] 一个可选的方式是光力学系统, 例如, 听觉装置可将光用作媒介来传输声音信号。

在第 7, 289, 639 号美国专利和公开号为 2006/0189841 的美国专利申请中描述了这样的系统。将光输出信号传送至与耳膜或听小骨耦接的输出转换器。虽然光系统可能改进患者的舒适度,但是与本发明相关的工作提出这样的系统可能导致信号至少部分失真,从而在一些场合下患者感觉到的声音至少在某些情况下可能不理想。

[0009] 虽然脉宽调制可用于利用光信号传输音频信号,但是与本发明实施方式相关的工作提出,至少某些已知的脉宽调制方案利用现有的听觉装置至少在某些情况下可能不能很好地工作。可以由数字脉冲序列来表示数字信号输出。脉冲可具有随着预期模拟振幅电平而变化的负载周期(工作时间与整体阶段的比值)。可以对脉冲进行积分以得到预期音频信号,预期音频信号的幅度等于负载周期乘以脉冲幅度。当预期音频信号的幅度降低时,可降低负载周期从而使积分的音频信号的幅度成比例地下降。相反地,当预期音频信号的幅度增加时,可以增加负载周期从而使幅度成比例地上升。模拟音频信号可以从 0 正向或负向变化。至少某些已知的脉冲宽度调制方案可使用由 50% 负载周期表示的静态电平(quiescent level)、或零音频电平(zero audio level)。负载周期中从静态电平的下降可对应于负音频信号幅度,而负载周期中的增长可对应于正音频信号幅度。因为该静态电平是持续的,因此至少在某些情况下消耗了大量电源。虽然对于大型信号转换系统来说这种大量电源的使用并不是问题,但是对优选是小型的并使用理想地不经常更换的小型电池的听觉装置而言,至少某些情况下这种电源的使用可能造成问题。

[0010] 由于以上原因,期望提供一种听觉系统,其至少减少甚至避免上述电流听觉装置中的至少部分缺陷。例如,需要提供一种比电流装置失真少且回馈少的舒适听觉装置。

## [0011] 2. 背景技术

[0012] 相关的专利包括:第 3, 585, 416 号、3, 764, 748 号、5, 142, 186 号、5, 554, 096 号、5, 624, 376 号、5, 795, 287 号、5, 800, 336 号、5, 825, 122 号、5, 857, 958 号、5, 859, 916 号、5, 888, 187 号、5, 897, 486 号、5, 913, 815 号、5, 949, 895 号、6, 093, 144 号、6, 139, 488 号、6, 174, 278 号、6, 190, 305 号、6, 208, 445 号、6, 217, 508 号、6, 222, 302 号、6, 422, 991 号、6, 475, 134 号、6, 519, 376 号、6, 626, 822 号、6, 676, 592 号、6, 728, 024 号、6, 735, 318 号、6, 900, 926 号、6, 920, 340 号、7, 072, 475 号、7, 095, 981 号、7, 239, 069 号、7, 289, 639 号、D512, 979 号以及 EP 1845919 号美国专利。相关的专利公开包括:第 WO 03/063542 号、WO 2006/075175 号 PCT 公开, 第 2002/0086715 号、2003/0142841 号、2004/0234092 号、2006/0107744 号、2006/0233398 号、2006/075175 号、2008/0021518 号、以及 2008/01079292 号美国公开。相关的还可以包括以下共有的美国专利:第 5, 259, 032 号(代理律师案卷号 026166-000500US)、5, 276, 910 号(代理律师案卷号 026166-000600US)、5, 425, 104 号(代理律师案卷号 026166-000700US)、5, 804, 109 号(代理律师案卷号 026166-000200US)、6, 084, 975 号(代理律师案卷号 026166-000300US)、6, 554, 761 号(代理律师案卷号 026166-001700US)、6, 629, 922 号(代理律师案卷号 026166-001600US)、第 2006/0023908 号(代理律师案卷号 026166-000100US)、2006/0189841 号(代理律师案卷号 026166-000820US)、2006/0251278 号(代理律师案卷号 026166-000900US) 以及 2007/0100197 号(代理律师案卷号 026166-001 100US) 美国公开, 以上公开的全部内容根据本发明的某些实施方式通过引用和适当的结合并入本文, 并要求其权利。潜在相关的期刊发布包括: Ayatollahi 等人的“Design and Modeling of Micromachines Condenser

MEMS Loudspeaker using Permanent Magnet Neodymium-Iron-Boron(Nd-Fe-B) (使用永磁钕铁硼(Nd-Fe-B)的微型机械冷凝器的设计与建模)”, ISC E, Kuala Lumpur, 2006; Birch 等人的“Microengineered Systems for the Hearing Impaired(听力丧失的微工程系统)”, IEE, London, 1996; Cheng 等人的“A silicon microspeaker for hearing instruments(用于助听器的硅微扬声器)”, J. Micromech. Microeng., 14(2004) 859-866; Yi 等人的“Piezoelectric microspeaker with compressive nitride diaphragm(具有可压缩氮化隔膜的压电微扬声器)”, IEEE, 2006; 以及 Zhigang Wang 等人的“Preliminary Assessment of Remote Photoelectric Excitation of an Actuator for a Hearing Implant(用于听觉植入的激励器的远程光电励磁的初步评估)”, IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, Shanghai, China, September 1-4, 2005. 其他相关的发表包括: Gennum GA3280 Preliminary Data Sheet, “Voyager TD™. Open Platform DSP System for Ultra Low Power Audio Processing(Voyager TD™. 用于超低功耗音频处理的开放平台 DSP 系统)”和 National Semiconductor LM4673 Data Sheet, “LM4673 Filterless, 2.65W, Mono, Class D audio Power Amplifier(LM4673 无滤波, 2.65W, 单声道, D类音频功率放大器)”; 以及 Lee 等人的“The Optimal Magnetic Force For A Novel Actuator Coupled to the Tympanic Membrane :A Finite Element Analysis(用于耦接至鼓膜的新型激励器的最佳磁力:有限元分析)”Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications, Vol. 19, No. 3(171-177), 2007.

## 发明内容

[0013] 本发明涉及听觉系统、装置和方法。本发明的实施方式可提供至少克服了现有系统的至少某些缺陷的改进的音频信号传输。本文描述的系统、装置和方法可应用于听觉装置, 例如开放式耳道助听器。转换器由耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑并使其振动。由光信号供电的有源电路响应于该光信号来驱动该转换器, 以便为用户提供高质量声音。因此, 用户可获得光学耦接的舒适感和有源电路的高质量声音。

[0014] 在第一方案中, 本发明的实施方式提供一种传输音频信号的装置。至少一个光源, 利用至少一个波长的光传输所述音频信号。至少一个检测器, 响应于所述至少一个波长的光检测所述音频信号并生成至少一个电信号。转换器, 由耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑并使所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个振动。有源电路, 与至少一个检测器和所述转换器连接, 以响应于所述电信号驱动所述转换器。

[0015] 在多个实施方式中, 功率存储装置, 与所述至少一个检测器和所述有源电路耦接, 以利用来自所述至少一个检测器的能量为所述有源电路供电。功率存储装置以及所述有源电路的尺寸或体积中的至少一个被构造为由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑。至少一个光源以及所述至少一个检测器向所述功率存储装置和所述有源电路供电, 以利用来自所述至少一个光源的能量驱动所述转换器。功率存储装置包括电容或小型再充电式电池中的至少一种。

[0016] 在多个实施方式中, 光电检测器包括晶体硅、非晶硅、微晶硅、黑硅、碲化镉、铜铟、硒化镓或铟硒化镓中的至少一种。

[0017] 在多个实施方式中, 转换器包括压电转换器、弯张转换器、线圈、磁体或声频扬声

器中的至少一个。有源电路包括晶体管、放大器、逻辑门或触发器中的至少一个。

[0018] 在多个实施方式中,从至少一个光源传输至至少一个检测器的音频信号包括脉宽调制信号。脉宽调制(之后称为“PWM”)信号包括  $\Delta$  PWM 信号、差动 PWM 信号、 $\Delta - \Sigma$  PWM 信号或差动  $\Delta - \Sigma$  PWM 信号中的至少一个。

[0019] 多个实施方式进一步包括耦接至接收所述音频信号的输入的电路。所述电路耦接至所述至少一个光源,并响应于所述音频信号调节所述至少一个光源的输出以为所述有源电路供电。所述电路测量所述音频信号以确定所述音频信号的能量,并响应于所述音频信号的功率来调节由所述至少一个光源传输的能量总量。例如,所述电路响应于所述音频信号来所述至少一个光源的脉冲的直流偏置或幅度中的至少一个,以向所述有源电路供电。可选地或可结合地,至少一个光源包括:第一光源,传输所述音频信号;以及第二光源,传输能量;所述电路响应于所述音频信号来调节由所述第二光源传输的能量总量。

[0020] 在多个实施方式中,所述电路包括声音处理器,测量所述音频信号并响应于所述音频信号来调节所述至少一个光源的所述输出,以向所述有源电路供电。

[0021] 在另一方案中,本发明的实施方式提供一种传输音频信号的系统。输入转换器组件包括至少一个用于发射至少一个波长的光的光源。输出转换器组件包括至少一个检测器,检测所述至少一个波长的光;有源电路,耦接至所述至少一个检测器;转换器,点耦接至所述有源电路。所述转换器响应于所述至少一个波长的光来振动所述用户的耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个。

[0022] 在多个实施方式中,输出转换器组件由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑。所述输出转换器组件包括功率存储装置,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑。所述功率存储装置的尺寸或体积中的至少一个被构造为随着所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个振动。有源电路耦接至所述检测器和所述转换器,以响应于所述至少一个波长的光来驱动所述转换器。所述有源电路的尺寸或体积中的至少一个被构造为随着所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个振动。

[0023] 在多个实施方式中,输入转换器将所述至少一个波长的光作为脉宽调制信号进行传输。所述输出转换器组件响应于所述脉宽调制信号来振动所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个。

[0024] 在多个实施方式中,至少一个光源包括第一波长和第二波长的光,并且所述至少一个波长的光包括用于发射所述第一波长的光的第一光源,以及用于发射第二波长的光的第二光源。所述至少一个检测器包括第一检测器和第二检测器,所述第一检测器响应于所述第一至少一个波长的光的中第一波长的光以第一运动来移动所述转换器,所述第二检测器响应于所述第二至少一个波长以第二运动所述第一运动来移动所述转换器,所述第二运动与所述第一运动相反。

[0025] 所述至少一个波长的光包括紫外光、可见光或红外光中的至少一个。

[0026] 在另一方案中,本发明的实施方式提供一种传输音频信号的方法。从至少一个光源发射至少一个波长的光。检测所述至少一个波长的光以生成电信号。响应于所述电信号来振动用户的耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个。

[0027] 在多个实施方式中,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑输出转换器组件。输出转换器组件包括功率存储装置,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑。当



所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个被振动时,所述功率存储装置振动。输出转换器组件包括有源电路,由所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个支撑。所述有源电路耦接至检测器和转换器以响应于所述至少一个波长的光驱动所述转换器。当所述耳膜、听小骨或耳蜗中的至少一个被振动时,所述有源电路振动。

[0028] 在另一方案中,本发明的实施方式提供一种刺激目标组织的装置。该装置包括至少一个光源,传输包括至少一个波长的光的脉宽调制的光信号。至少一个检测器,耦接至所述目标组织以响应于所述脉宽调制的光信号刺激所述目标组织。

[0029] 在多个实施方式中,植入式检测器利用振动或电流中的至少一种刺激所述目标组织,并且所述检测器耦接至转换器或至少两个电极中的至少一个。例如,检测器利用电流刺激所述组织,并且所述检测器耦接至所述至少两个电极。所述目标组织包括用户的耳蜗,并且所述调制的光信号包括音频信号。

[0030] 在另一个方案中,本发明的实施方式提供一种刺激目标组织的方法。从至少一个光源发射包括至少一个波长的光的脉宽调制的光信号。响应于所述调制的光信号刺激所述目标组织。

[0031] 在多个实施方式中,利用振动或电流中的至少一种刺激所述目标组织。利用电流刺激所述目标组织,并且植入式检测器耦接至至少两个电极并响应于包括所述至少一个波长的光的所述调制的信号来刺激所述组织。目标组织包括用户的耳蜗,并且所述调制的光信号包括音频信号。

[0032] 在本发明的另一方案中,本发明的实施方式提供一种将包括声音的音频信号传输给用户的装置。所述装置包括:传输所述音频信号的器件;以及检测所述音频信号从而使所述用户听到所述音频的器件。

## 附图说明

[0033] 图 1 示出根据本发明实施方式的利用光机电声音转换的听觉系统;

[0034] 图 2 是表示图 1 中听觉系统的部件的示意图;

[0035] 图 2A 示出根据本发明实施方式的包括图 2 中部件的耳道模块;

[0036] 图 3 示出用于图 1 和图 2 中系统的光机电转换器组件;

[0037] 图 3A 示出用于图 1 和图 2 中系统的植入式输出组件;

[0038] 图 4A 示出了根据本发明的实施方式的第一旋转运动和第二旋转运动,第一旋转运动包括与弯张转换器一起的第一旋转,第二旋转运动包括与第一旋转相反的第二旋转;

[0039] 图 4B 示出了根据本发明的实施方式,线圈和磁铁在第一方向的第一平移运动,以及在与第一方向相反的第二方向的第二平移运动;

[0040] 图 5 示出图 1 和图 2 的听觉系统的电路;

[0041] 图 6 示出适用于转换器组件的脉宽调制信号;

[0042] 图 7 示出根据本发明实施方式的一对互补数字信号;

[0043] 图 8 示出根据本发明实施方式的数字信号;

[0044] 图 9 示出用于图 8 所示的信号的电路;

[0045] 图 10 示出用于图 1 和图 2 的听觉系统的输出转换器组件的电路;

[0046] 图 10A 示出根据本发明实施方式,响应于音频信号的能量而偏置的 PWM 脉冲;

[0047] 图 10B 示出根据本发明实施方式, 响应于音频信号能量的经过幅度调节的 PWM 脉冲;

[0048] 图 10C 示出根据本发明实施方式, 响应于音频信号能量而传输功率的第二光源的电压; 以及

[0049] 图 11 示出根据本发明实施方式向用户传输声音的方法。

### 具体实施方式

[0050] 本发明的实施方式可以用于利用振动或电流中至少一种来刺激组织的多种应用, 例如无线通信、神经障碍 (例如帕金森综合症) 治疗, 以及人工耳蜗。可以将光信号传输至与组织耦接的光电检测器以刺激组织。可利用振动或电流中的至少一种刺激组织。例如, 组织可被振动从而使用户感觉到声音。可选地或可结合地, 可以利用电流来刺激例如神经组织的组织, 从而使用户感觉到声音。本文描述的光信号传输结构在听觉以及听觉损失领域之外可具有多种用途, 并可用于治疗神经障碍, 例如帕金森综合症。

[0051] 本发明的实施方式可提供改进音频信号传输的光学耦接地听觉装置。本文描述的系统、装置以及方法可用于听觉装置应用, 例如开放式耳道助听器。虽然是为助听系统定做的, 但是本发明的实施方式可用于为用户放大声音 (例如无线通信, 以及例如中耳的外科植入和耳蜗植入) 的任何应用场合。

[0052] 此处使用的有源电路包括能够放大输入信号以产生比输入信号功率更大的输出信号的电路。该有源电路可包括晶体管、放大器、逻辑门或触发器中的至少一个。可从功率存储装置获取输出信号的附加能量。功率存储装置可包括小型可充电电池或电容器中的至少一个。在很多实施方式中, 功率存储装置利用来自光源 (例如, 用于传输音频信号的光源) 的光能充电和 / 或放电。有源电路或功率存储装置中的至少一个可随转换器振动。

[0053] 图 1 示出利用光机电转换的助听系统。听觉系统 10 包括输入转换器组件 20 以及输出转换器组件 30。虽然输入转换器组件可位于很多部位, 例如耳廓 P 中或例如与传声器 22 一样整体位于耳道 EC 中, 但图 1 中所示, 输入转换器组件 20 至少部分地位于耳廓 P 后方。输入转换器组件 20 接收声音输入, 例如音频。对于带有助听器的听觉障碍用户而言, 输入是环境声。在这种情况下, 输入转换器组件可包括适合的放大器或其他电子接口。在某些实施方式中, 输入可以是来自声音发生或接收装置 (例如, 电话、移动电话、蓝牙连接器、收音机、数字音频单元等) 的电子音频信号。

[0054] 输入转换器组件 20 包括光源, 例如 LED 或激光二极管。光源基于音频输入产生调制的光输出。光输出包括至少一个波长  $\lambda$  的光, 其由横穿耳道 EC 的光传输元件 12 传送到靠近或邻近输出转换器组件 30 的目标区域。光传输元件 12 可以是光纤或光纤束。包括至少一个波长  $\lambda$  的光输出被选择以耦接至输出转换器组件 30, 以向输出转换器组件 30 提供信号, 从而产生机械振动。例如, 包括至少一个波长  $\lambda$  的光输出可使输出转换器组件 30 在第一方向 40 或在第二方向 45 移动。第二方向 45 可与第一方向 40 相反。该至少一个波长  $\lambda$  可包括多个波长, 例如在第一方向 40 上移动转换器组件的转换器的第一波长, 以及在第二方向 45 上移动转换器组件的转换器的第二波长。当与主体的听觉转换路径适当地耦接时, 机械振动引起主体内的神经冲动, 该机械振动被主体解析为原始音频输入或至少能合理地表示原始音频输入的某物。

[0055] 输出转换器组件 30 可耦接至主体的听觉传播路径中的某个点,以引起由主体解析为声音的神经冲动。优选地,输出转换器组件 30 能够耦接至鼓膜 TM。可选地,输出转换器组件 15 可耦接至听骨链 OS 中的骨头或直接耦接至耳蜗 CO,振动耳蜗 CO 中的液体。在第 5, 259, 032、5, 456, 654、6, 084, 975、6, 629, 922 和 7, 289, 639 号的美国专利中描述了具体附接的部位,例如鼓膜、中耳的听小骨或耳蜗中的至少一个。

[0056] 输入转换器组件 20 可按照多种方式耦接至输出转换器组件 30。例如,输入转换器组件 20 可包括耳后单元(以下称为“BTE”),从而使多数电子元件可与延伸入耳道的光传输元件 12 一起固定在耳后。可选地,输入转换器 20 可包括用于设置在耳道中的模块,例如第 7, 289, 639 号美国专利中描述的。本文描述的输入转换器组件的电路可被确定尺寸并构造为设置在耳道中,从而使用户可利用设置在耳道中的输入转换器组件听到高质量的声音。

[0057] 图 2 示意性地示出了听觉系统 10 的部件。输入转换器组件 20 可包括输入转换器 210、音频处理器 220、发射器驱动器 240 以及发射器 250。输出转换器组件 30 可包括滤波器 260、检测器 270、转换器驱动器 280 以及输出转换器 290。输入转换器 210 获取环境声音并将其转换成模拟电信号。输入转换器 210 通常包括传声器,传声器可设置在耳道中、耳后、耳廓中或一般在耳朵附近。音频处理器 220 可向模拟电信号提供频率相关增益。通过数字输出 230 将模拟电信号转换成数字电信号。音频处理器 220 可包括多个音频处理器,例如可以从 Gennum of Corporation of Burlington, Canada 获得商业的音频处理器以及可以从 Sound Design Technologies, Ltd. of Burlington Ontario, Canada 获得商业的 GA3280 混合音频处理器。数字输出 230 包括调制器,例如脉宽调制器或  $\Delta$ - $\Sigma$  转换器。发射器驱动器 240 处理数字电信号,从而使得数字电信号满足发射器 250 的光传输和能量要求。

[0058] 发射器 250 产生表示电信号的光输出。对于双分量电信号,发射器 250 可包括两个光源(其中每个光源用于每个部件)并产生两个光输出信号 254、256。光源例如可以是 LED 或激光二极管,光输出可以在红外光、可见光或紫外光波长内。例如,光源可包括 LED,该 LED 发射的光包括中心波长和多个关于中心波长分布的、具有约 40nm 带宽的波长。光源可以包括发射至少一个波长的光的激光二极管,所述光包括带宽不超过约 2nm 的中心波长,例如不超过 1nm。来自第一光源的至少一个波长与来自第二光源的至少一个波长不同,例如相差至少 80nm,从而使至少一个波长可与至少一个波长分离。至少一个波长可包括第一带宽,例如 60nm,而至少一个波长可包括第二带宽,例如 60nm,并且第一至少一个波长可以与第二至少一个波长相差至少第一带宽和第二带宽,例如 120nm。

[0059] 光输出信号沿着单个或多个穿过耳道的光路传输,例如,通过一根光纤或多根光纤。光输出信号可以在空间上重叠。由可设置在耳道上的输出转换器组件接收信号。

[0060] 输出转换器组件包括响应光信号的部件,以响应于光信号而振动鼓膜、听小骨或耳蜗中的至少一个。检测器 270 接收光输出信号。检测器 270 包括至少一个用于每个光输出信号的光电检测器。光电检测器例如可以是光电二极管或光伏等。滤波器 260 可选地沿着光路设置。滤波器 260 分离光输出信号。例如,可设置第一滤波器以传输输出 254 的波长,而第二滤波器传输输出 256 的波长。滤波器可是具有带通、低通或高通特性的薄膜滤波器、光干涉滤波器、二向色滤波器或凝胶型过滤器中的任何一种。例如,带通特性可通过光源的至少一个波长,如上所述,例如 30nm 带宽通过 10nm 带宽光源。可结合低通和高通以利

用低通滤波器仅通过一个优选的波长,并利用高通滤波器通过其他波长。

[0061] 每个检测器 270 可包括至少一个光伏材料,例如晶体硅、非晶硅、微晶硅、黑硅、碲化镉、铜铟硒化镓等。在某些实施方式中,至少一个光电检测器 270 包括黑硅,例如第 7,354,792 号和 7,390,689 号美国专利中描述的,并可以从 SiOnyx, Inc. of Beverly, Massachusetts 获得。黑硅可包括由半导体方法制作的浅结光子,该半导体方法利用由高强度激光(例如,在一千万亿分之一秒的短时间将目标半导体暴露与高强度脉冲的飞秒激光)照射的材料中发生的原子能级变换。经受这些强度定域能事件的结晶材料可经受变形变化,从而使原子结构成为瞬时无序的并且新部件被“锁定”为衬底再结晶。当应用于硅时,结果为高掺杂的、可选地不透明的浅结接口,对光的敏感度比现有半导体材料高很多倍。

[0062] 转换器驱动器 280 将光输出信号转换为携带音频信息的数字电信号。输出转换器 290 将表示声音的电信号转换为将被传输至患者听觉转换路径从而引起听觉感应的机械能。转换器可以是压电转换器、弯张转换器、磁体和导线线圈、或传声器。

[0063] 对于转换器驱动器 280,可选地,至少两个电极可耦接至至少一个检测器,从而使用户响应于该至少两个电极对组织的刺激而感受到声音。该至少两个电极可至少部分地设置在用户的耳蜗中,从而使用户响应于光输出而感受到声音。

[0064] 上述多个部件可以被确定尺寸并被放置,以适合放置在耳后的 BTE 单元。

[0065] 图 2A 示出放置在模块中的输入转换器组件 20 的部件,该模块的尺寸适于用户的耳道。该模块可包括根据用户耳朵成形(例如利用耳道模具)的外壳 246。该模块可包括从输入转换器 210 所安置的近端向发射光的远端延伸的槽道,从而减小阻塞。

[0066] 图 3 示出设置在鼓膜 TM(也称为耳鼓)上的输出转换器组件 300。输出转换器组件 300 包括用于将光输出信号转换为电能和机械能的电路。输出转换器组件 300 包括光电检测器 320、325。光电检测器 320、325 分别检测光输出信号 310、315 并将光输出转换为电信号。输出转换器组件 300 包括电源存储部件 330。电源存储部件 330 可包括电容器、小型充电式电池或已知的功率存储装置中的至少一种。电源存储部件可为有源电路部件 340 提供电源。有源电路部件可包括放大器或触发器中的至少一个。有源电路部件 340 耦接至光电检测器 320、325 以分别接收光输出信号 320、325。可以使用如上所述的光滤波器。有源电路部件分别响应于输入信号 320、325 将电能应用于负载。电信号到达负载 350,该负载 350 将电信号转换为机械输出(例如振动)。负载 350 可包括来自很多已知转换器的负载,例如压电转换器、弯张转换器或耦接至外部磁体的导线线圈中的至少一种。

[0067] 在一些实施方式中,输出转换器组件和输出电路可位于听小骨上或由听小骨支撑,例如第 7,289,639 号美国专利中描述的。

[0068] 图 3A 示出用于图 1 和图 2 中系统的部件的植入式输出组件。植入式输出组件 30 可包括至少两个电极 390 和延伸至目标组织(例如耳蜗)的延伸部 392。植入式输出组件可置于多个部位并刺激多个组织,例如神经组织。该至少两个电极可耦接至电路以与上述转换器 310 相似的方式包括负载。电流 I 响应于光信号在电极之间流动。例如,植入式输出组件可从中耳延伸至耳蜗。植入式输出组件可以多种方式刺激目标组织,例如以治疗帕金森综合症。

[0069] 负载 350 可包括弯张转换器 450。图 4A 示出第一旋转运动以及第二旋转运动,第一旋转运动包括与弯张转换器 450 一起旋转的第一旋转 462,第二旋转运动包括与第一旋

转相反的第二旋转 464。

[0070] 在一些实施方式中,负载 350 可包括转换器 470,转换器 470 包括磁性耦接至磁体 474 的线圈 472。图 4B 示出与包括线圈 472 和磁体 474 一起、沿第一方向 482 的第一平移运动以及沿与第一方向相反的第二方向 482 的第二平移运动。

[0071] 图 5 示出用于听觉系统 10 的电路 500。电路 500 可利用光信号向输出转换器组件传输光能。电路 500 包括输入部 501 和输出部 506。电路 500 可利用比例驱动技术,其中传输两个光信号,一个在 A 类信号的“低”信号时段期间,另一个“高”时段期间。

[0072] PWM 驱动器 510 提供脉宽调制信号 701,下面将详细介绍。来自 PWM 的脉宽调制信号可包括多个已知的 PWM 信号,例如  $\Delta$  PWM 信号、差动 PWM 信号、 $\Delta - \Sigma$  PWM 信号或差动  $\Delta - \Sigma$  PWM 信号中的至少一种。

[0073] 可将逻辑电路耦接至 PWM 驱动器 510 的输出。信号 701 驱动光发射器 513 和反相器 519。反相器 519 产生驱动光发射器 514 的输出信号 512。由于信号 512 是信号 701 的反相,因此每当光发射器 514 不产生光时,光发射器 513 产生光。光发射器 513 产生的光通过光通道 510 被传送到光电检测器 515。光发射器 514 产生的光通过光通道 521 被传送到光电检测器 516。如图所示,光电检测器 515、516 是串联连接的。光电检测器 515、516 可以是光伏电池。电阻 532、533 分别与光电检测器 515、516 并联,以在一个检测器的输出电压低于另一个检测器的正向二极管阈值时提供电流通路。功率存储装置,例如电容 547,还可与检测器 515、516 并联以提供恒定电压功率输出 545。功率存储装置可包括小型充电式电池或电容中的至少一种。输出 545 为功率有源电路 537 提供恒定电压,该功率有源电路 537 可包括放大器以驱动转换器 538。光发射器 513 和 514 发射光能以便为输出部 506 的功率存储装置和有源电路供电,从而使转换器被来自光发射器 513 和 514 的能量驱动。

[0074] 将来自串联的两个检测器 515、516 的中心连接部 544 的电压连接以将输入驱动至有源电路 537。由于检测器 515、516 的积分作用,来自中心部 544 的电压在 0 和最大电压之间的变化,与通道 520 中的光和通道 521 中的光的比率有着直接的关系。可以使用如上所述的光滤波器。因此在连接部 54 处的模拟电压将表示 PWM 变换器 510 的模拟输出。

[0075] 可选地,将有源电路 537 的电压耦接至转换器 538,有源电路 537 可耦接至至少部分地设置在用户的耳蜗中的至少两个电极,从而使用户对响应于光输出的耳蜗电刺激进行响应进而感受到声音。

[0076] 图 6 示出适用于输出转换器组件的脉宽调制信号 601。信号 601 是数字信号,可有两个电平,高电平或低电平,例如 0V 或 5V。在某些实施方式中,信号 601 在时间窗 603 的起始处通常是低电平,在窗 603 中的可变时间 605 处转换为高电平。在窗 603 的末端,信号 601 返回低电平。通过将脉冲电平输出乘以高电平的时间与窗 630 的时间的比率可以获得积分的输出。

[0077] 模拟信号通常可取零以上和零以下的值,并且可将调制信号的零输出条件限定为正好在窗时间的 50% 处的转换。这类电信号可参照 A 类信号,其中最大电压的 50% 的电压电平表示零(或静态)电平。

[0078] 数字信号可采用零电压电平作为静态,在输入模拟信号偏移时沿正方向和负方向对零电压电平进行相似的偏移。这类信号可参照 B 类信号。在具有有限功率和电源电压的电子装置中,通过差动技术由输出转换器表示 B 类信号。在差动技术中,两个彼此反相的输

出连接至输出转换器的一个端子。这种方式的连接有效地使提供给输出转换器的信号电压加倍。

[0079] 在另一端子处利用一个端子的信号的简单反相来驱动输出转换器可导致驱动信号在静态点期间积分为 0。驱动信号还将在切换频率处保持有效的能量。虽然可以设置模拟滤波电路来阻隔切换频率处的能量,但是这样的电路可能用到增加装置尺寸的部件。

[0080] 取代滤波器,通过斜箭头 610 表示的 50%的切换窗可转换反相输出信号 602。在静态情况下,信号 A 的转换点 603、605 将与信号 B 的转换点 604、606 对齐,且信号的电平相等,从而导致对输出转换器的端子施加零电平 (A 减去 B)。

[0081] 可选地将结果电压施加于输出转换器,如上所述,信号应用于至少部分地设置在用户的耳蜗中的至少两个电极,从而使用户对响应于光输出的耳蜗电刺激进行响应进而感受到声音。

[0082] 图 7 示出一对互补的 B 类信号。当模拟输出电压移动到 0 以上时,输出信号 A 701 的转换 705 较早地移动并且在反相输出信号 B 702 的固定转换之前发生。反相信号 B 的从高电平向低电平的转换 706 将在信号 A 701 的固定转换 603 之前发生。

[0083] 因此,差动输出 A-B 713 包括宽度等于时间 705 和 604 的时间差的正脉冲 707,以及宽度等于时间 706 和 603 的时间差的负脉冲 708。当时间差相等时,脉冲 707 和 708 的宽度相等,且如上所述的积分输出电压  $V_{int}709$  是正电压。

[0084] 当模拟电压信号低于 0 时,输出信号 A 701 的转换 703 在信号 B 702 的固定转换时间 604 之后移动,且信号 B 的转换时间 704 以相似的方式在信号 A 701 的固定转换时间 603 之后移动。在这种情况下,差动输出 A-B 713 包括负脉冲 710、711。脉冲 710 的持续时间是可变时间 703 与固定时间 604 的时间差。脉冲 711 的持续时间是可变时间 704 与固定时间 603 之间的时间差。积分结果  $V_{int}$  远离由脉冲 707 和 708 的负载周期限定的正电平 709,以及由脉冲 710 和 711 的负载周期限定的负电平 712。

[0085] 输出转换器的至少一些实施方式支持电子电路,从而光输出信号利用由每个转换事件触发的转换信号,作为限定脉宽调制信号的转换时间的脉冲传输。基于传输的时间响应与接收路径,传输的脉冲的持续时间可能很小。多个实施方式包括第一高速信号传输路径以及第二路径以传输能量。

[0086] 如上所述,可选地,将电路耦接至输出转换器、上述信号与传输能量的第一高速传输路径以及第二路径可耦接至至少部分地设置在用户耳蜗中的至少两个电极,从而使用户对响应于光输出的耳蜗电刺激进行相应进而感到声音。

[0087] 图 8 示出之前描述的 PWM 信号 701,如上所述, PWM 信号 701 包括 PWM 驱动器生成的单脉宽调制信号。高电平至低电平的变换 812 发生在固定的时间,并且低电平至高电平的转换 813 发生的时间根据模拟输出电平而变化。每个转换从产生信号 821 的电路发起恒定宽度脉冲 815。脉冲的下降沿 814 在发起之后发生固定的时间,或在进行调整以提供预期效果的时间发生。信号 821 控制发射器的光发射。在接收器处,光脉冲的上升沿 816 触发重新产生信号 701 或信号 701 的反相 826 的触发器。

[0088] 图 9 示出如上参照图 8 对光学传输的信号实施逻辑处理的电路。PWM 701 触发脉冲生成器 902,脉冲生成器 902 用于为其输入 701 的每个触发器在其输出 904 上生成固定带宽脉冲,例如固定带宽脉冲 815。脉冲输出 904 驱动光发射器 908,并且生成的光脉冲通过

光路 909 被引导至高速光电检测器 910 以及包括光伏电池阵列的发电光伏检测器阵列 917。

[0089] 光电检测器 910 生成的信号 911 连接至 D 型触发器 912 (例如与现有 7474 型逻辑电路相似) 的时钟输入, 其中输出 914 用于根据时钟输入 911 上升沿来调节输入 913 的电平。互补输出 918 用于调节与输出 914 相反地电平。当输入 913 连接至互补输出 918 时, 这样的电路包括触发器。在时钟输入 911 处每次出现上升信号沿时, 输出 914、918 的状态将互换。

[0090] 通过光电检测器 910 (图 9 中示为反相偏置光电二极管) 的操作, 在时钟输入 911 处出现上升信号沿。使触发器 912 运行并为光电二极管 910 提供反向偏置的能量由光伏检测器阵列 917 从光流中收集, 并被呈现在传输至电路的信号 916 上。功率存储装置 (例如电池或电容 919) 可与光电检测器 917 并联, 以为触发器 912 提供电源。功率存储装置可包括小型充电式电池。光伏检测器阵列 917 呈现的电压可通过调节脉冲生成器 902 生成的脉冲宽度而改变。

[0091] 输出转换器 915 连接在触发器 912 的输出 914 及其互补输出 918 之间。通过转换器 915 可看出使信号电压加倍的效果。

[0092] 如上所述, 可选地, 将电路耦接至转换器 915, 上述电路可耦接至至少部分地位于用户耳蜗中的至少两个电极, 从而使用户对响应于光输出的耳蜗电刺激进行相应进而感到声音。

[0093] 图 10 示出用于操作两个光输出通道的输出转换器组件, 例如, 参照图 5 所述的第一通道 520 和第二通道 521。每个光输出通道可独占光电检测器 1001 或 1002 中的一个。光电检测器 1001 和 1002 是并联的。由于光电检测器 1001 和 1002 的积分特性, 因此产生双极模拟电压。

[0094] 输出光通道可传输多种光信号, 例如上述的信号 A 701 和信号 B 702, 以生成双极模拟电压。来自 PWM 驱动器的脉宽调制信号 A 和信号 B 可包括多个已知的 PWM 信号, 例如  $\Delta$  PWM 信号、差动  $\Delta$ -sigma 信号、 $\Delta$ - $\Sigma$  PWM 信号或差动  $\Delta$ - $\Sigma$  PWM 信号中的至少一种。在一些实施方式中, 可利用逻辑电路使光能传输最小化。例如逻辑电路用于确定包括信号 A 和信号 B 的 A 与非 B 的第一条件, 以及包括信号 B 和信号 A 的 B 与非 A 的第二条件。第一条件的输出可驱动第一光源, 且第二条件的输出可驱动第二光源, 从而使第一光源和第二光源传输的能量最小化。

[0095] 来自两个光通道的光都适于功率光电检测器 1001 和 1002。功率光电检测器阵列 1001 的负端子 1005 被连接为从放大器 1008 返回的功率。功率光电检测器阵列 1001 和 1002 的正端子 1005 被连接为从放大器 1008 的正电源。光电检测器阵列的中间端子 1004 被连接为从输出转换器 1012 返回的信号, 且信号光电检测器 1009 和 1010、电容 1006 和 1007 分别与光电检测器 1001 和 1002 并联。功率存储装置 (例如小型充电式电池或电容器中的至少一个) 跨过正端子 1002 和负端子 1005 与光电检测器阵列 1001 并联, 以向放大器 1008 供电。电容 1006、1007 可提供能源存储能力。

[0096] 撞击在功率光电检测器阵列 1001、1002 上的光生成向放大器 1008 供电的正电压差。撞击在信号光电检测器 1009 上的光生成至放大器 1008 的输入 1011 处的负信号, 并且以相同的方式, 撞击在光电检测器 1010 上的光生成至放大器 1008 的输入 1011 处的正信号电压。

[0097] 放大器 1008 在耦接至转换器 1012 的输出导体 1013 上产生信号电压。电流从电容器 1006 流过正电源导体 1003, 通过放大器 1008 进入输出转换器 1012, 然后在导体 1004 上流出至电容器 1006 和 1007 的接点。该电流为电容 1007 充电并为电容 1006 放电。

[0098] 当输出极性反转时, 来自电容 1006 和 1007 的接点的电流通过导体 1004, 通过输出转换器 1012, 通过放大器 1008 并返回导体 1005 至电容 1007。该电流为电容 1006 充电并为电容 1007 放电。驱动电流通过输出转换器 1012 时可使充电损耗最小化。

[0099] 功率光电检测器 1001 和 1002 行动以对电容 1006 和 1007 再充电。当必要时, 功率光电检测器 1001 和 1002 可以是串联的阵列以向放大器 1008 提供足够的工作电压, 放大器 1008 可与必要的电路结合以接收和放大输入 1011 上的双极输入信号。电容 1006 可被小型锂离子电池或可再充电电池替换和 / 或结合在一起。第一功率光电检测器 1001 和第二功率光电检测器 1002 中的每一个都可包括至少一个光伏材料, 例如晶体硅、非晶硅、微晶硅、黑硅、碲化镉或铜铟硒化镱。如上所述, 在多个实施方式中, 第一功率光电检测器 1001 或第二功率光电检测器 1002 中的至少一个包括黑硅, 例如第 7, 354, 792 号和 7, 390, 689 号美国专利中描述的, 并且可以从 SiOnyx, Inc. of Beverly, Massachusetts 获得。

[0100] 如上所述, 可选地, 将上述电路耦接至转换器 1012, 上述电路可耦接至至少部分地设置在用户的耳蜗中的至少两个电极, 从而使用户对响应于光输出的耳蜗电刺激进行响应进而感受到声音。

[0101] 上述电路可偏置光伏 (例如黑硅), 以优化光伏转换器的吸收和效率。例如, 偏置的黑硅光伏可用于向用于信号接收的快速光电传感器 (例如反向偏置光电二极管) 供电。

[0102] 图 10A 示出响应于音频信号的能量偏置 PWM 脉冲。第一脉冲 1060 包括对于“直流”偏置变化缓慢 (例如响应于音频信号的低通滤波) 的低频偏置。脉冲可与偏置结合 (例如利用加法), 从而使施加偏置的脉冲的幅度 1062 基本恒定。响应于第一脉冲 1060 的能量, 电路可调节偏置, 例如响应于音频信号的能量 (例如功率) 的增加而增加偏置。第二脉冲 1070 包括基本与第一脉冲 1060 的第一幅度 1062 相似的第二幅度 1072。响应于第一脉冲 1060 的能量来调节第二偏置 1074, 从而使第二偏置 1074 基本上与第一偏置 1064 区分开, 以调节有源电路和转换器部件的电耗。

[0103] 图 10B 示出具有响应于音频信号的能量调节的幅度的 PWM 脉冲。第一脉冲 1080 包括第一幅度 1082, 且第二脉冲 1090 包括与基本上不同于第一幅度 1082 的第二幅度 1092, 以调节有源电路和转换器部件的电耗。

[0104] 图 10C 示出用于向有源电路部件和转换器传输能量的第二光源的电压, 以调节这些部件的电耗。第一幅度 1097 用于向音频信号的第一能量 (例如音频信号的第一电源) 提供充足的电源。第二幅度 1099 用于向音频信号的第二能量 (例如音频信号的第二电源) 提供充足的电源。

[0105] 图 11 示出向用户传输声音的方法 100。步骤 1105 向输入转换器输入音频信号。步骤 1100 测量音频信号。步骤 1115 处理音频信号。处理可以是模拟的或数字的或两者的结合。步骤 1120 确定音频信号的能量总量。例如利用数字音频处理器或模拟低通滤波器。步骤 1125 响应于音频信号来调节输出。可按照多种方式调节输出, 例如利用直流偏置、按比例计算或单独通道的能量总量中的至少一种。步骤 1130 响应于音频信号确定 PWM 脉冲。步骤 1135 响应于 PWM 信号和调节来驱动至少一个光源。步骤 1140 传输来自至少一个光源



的光。步骤 1145 利用滤波器过滤传输的光。步骤 1150 利用检测器检测光。步骤 1155 利用存储装置为有源电路存储传输的能量。步骤 1160 响应于 PWM 信号和存储的能量驱动转换器。通过步骤 1165, 用户听到传输的音频声音。

[0106] 如上所述, 利用音频处理器可实施方法 1100 的多个步骤。例如, 音频处理器的实体媒介可包括嵌入其中以实施方法 1100 的多个步骤的计算机程序指令。

[0107] 应该理解的是, 根据本发明的一些实施方式, 图 11 中描述的具体步骤提供了传输音频信号的具体方法。根据可选的实施方式, 还可按照步骤的其他顺序执行。例如, 本发明可选的实施方式可按照与上述概括不同的顺序执行步骤。而且, 图 8 示出的单独的步骤可包括多个以适合单独步骤的不同顺序执行的子步骤。此外, 根据具体应用可增加或删除附加步骤。本领域技术人员理解可存在多种变形、改动和选择。

[0108] 虽然以上描述了本发明优选的实施方式, 但是还可使用多种变形、改动和等价物。因此, 上述描述不应限定由权利要求书限定的本发明的范围。

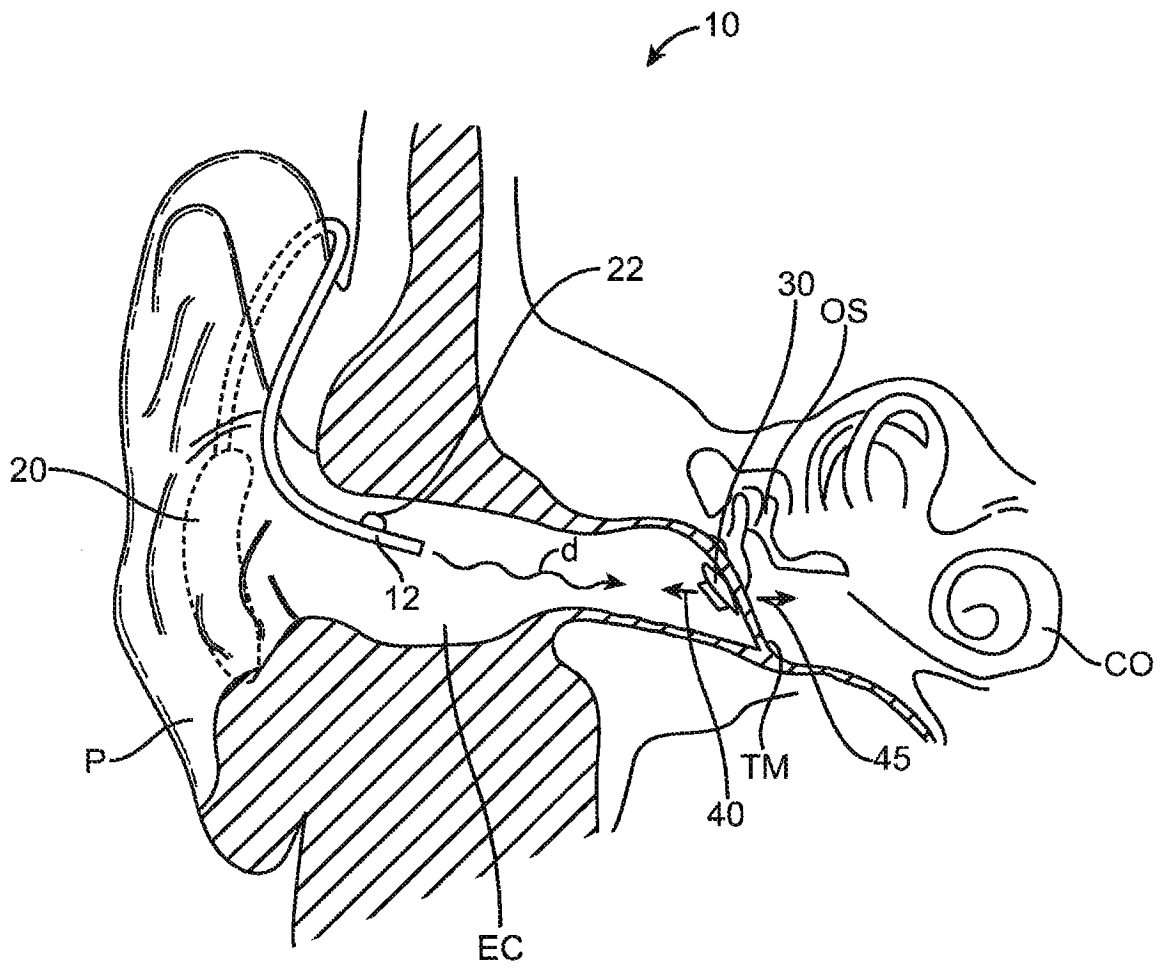


图 1

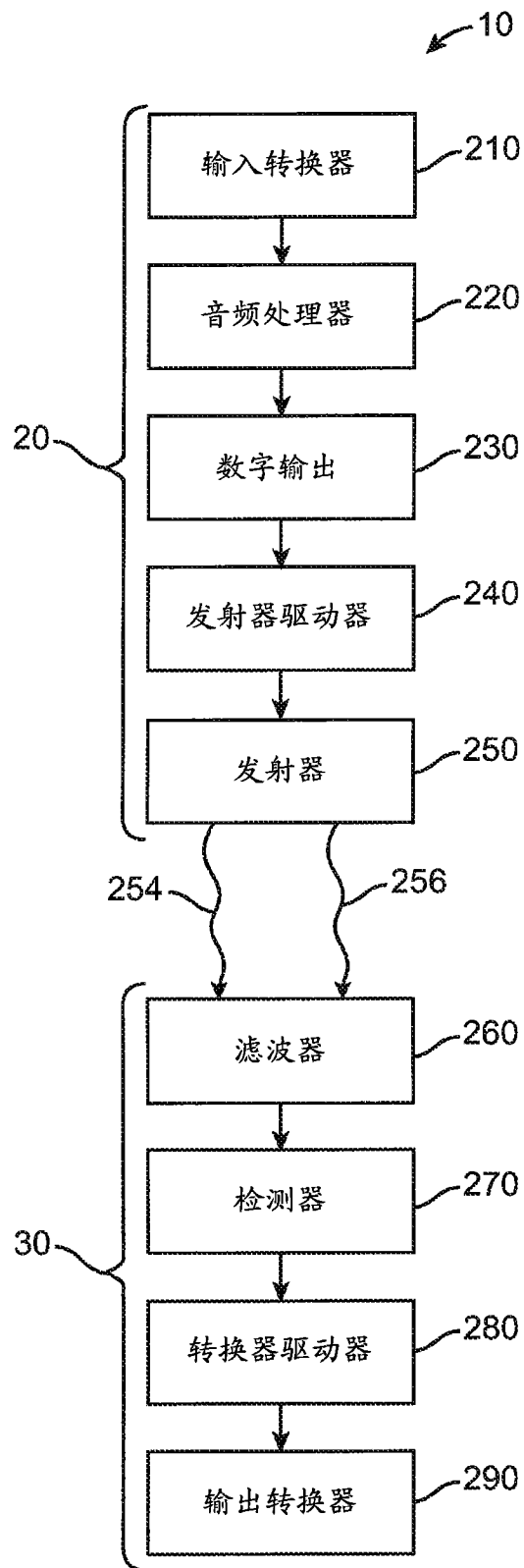


图 2

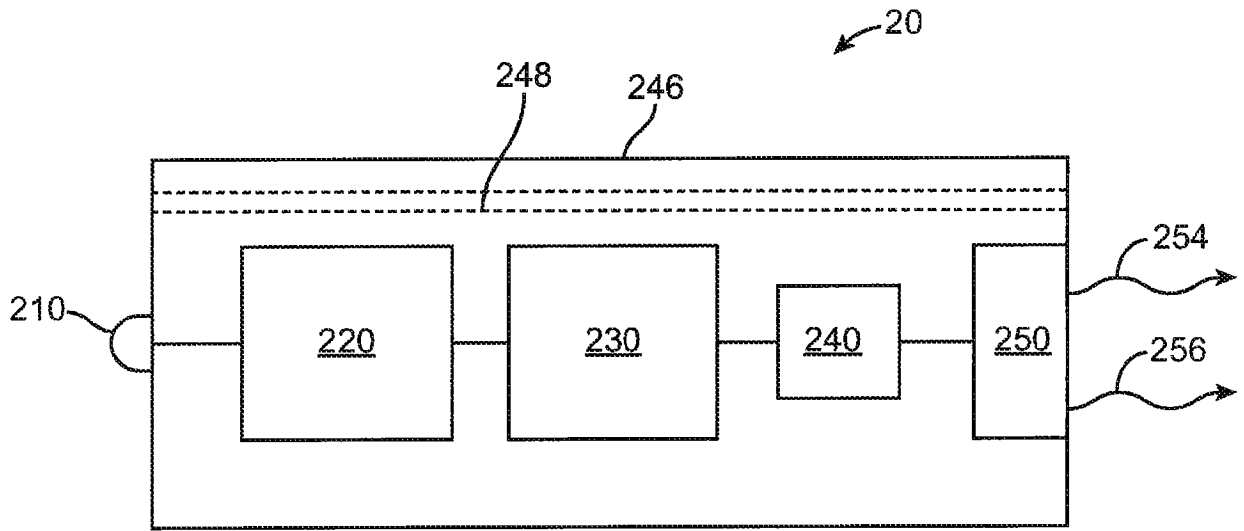


图 2A

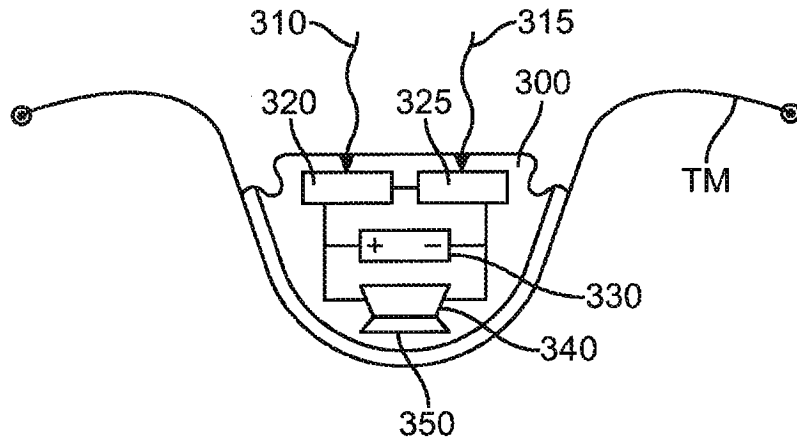


图 3

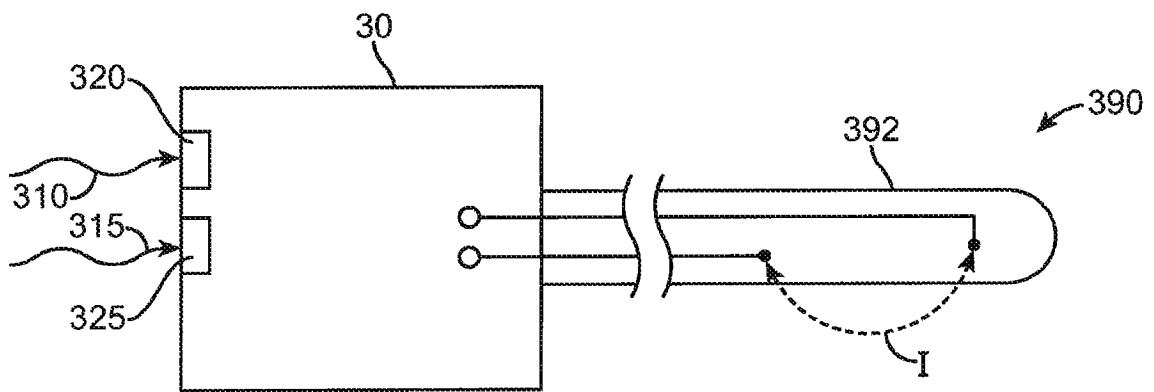


图 3A

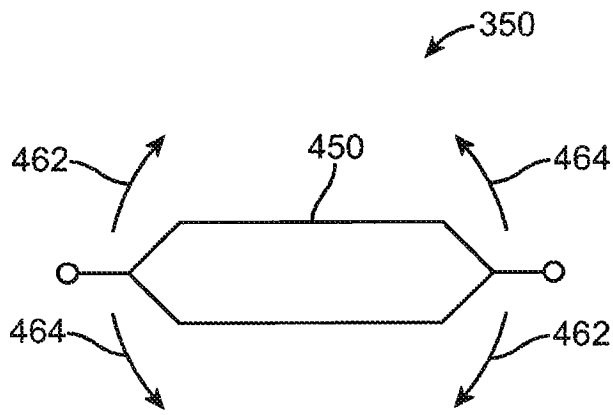


图 4A

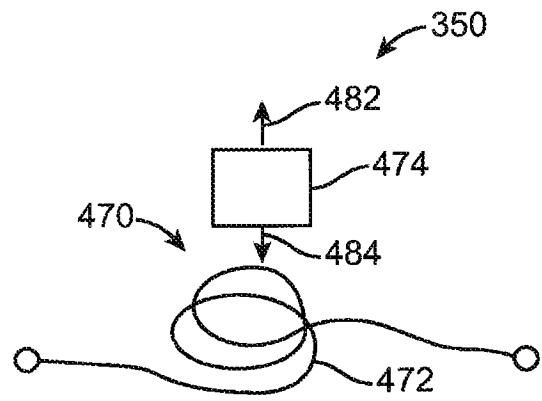


图 4B

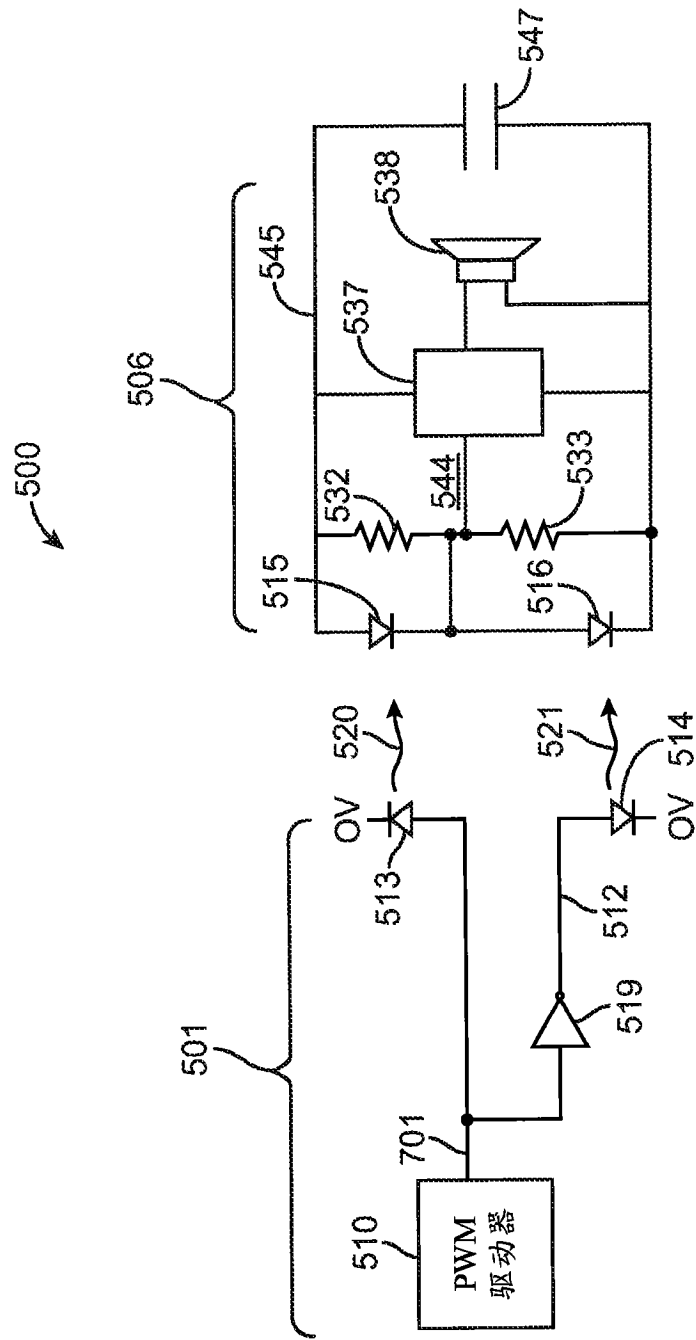


图 5

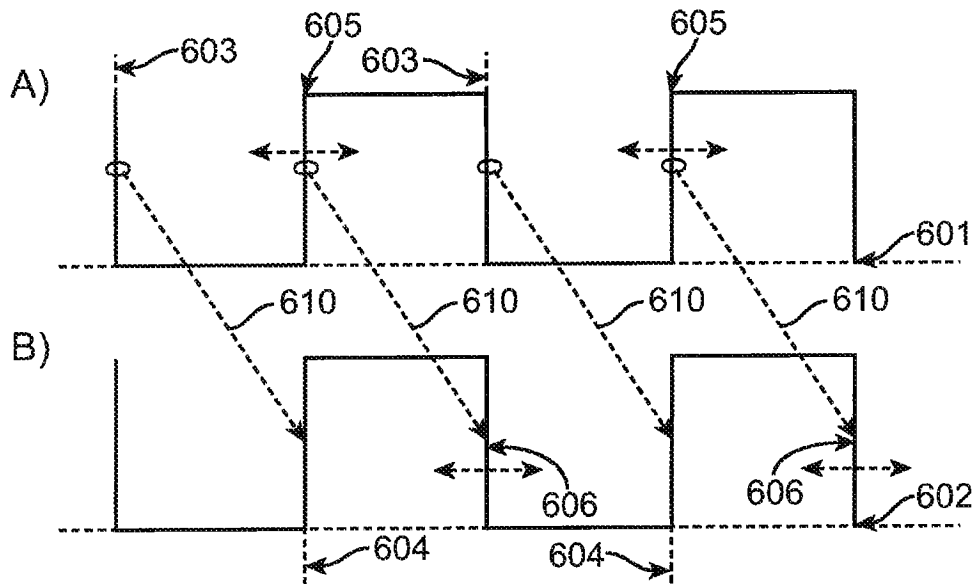


图 6

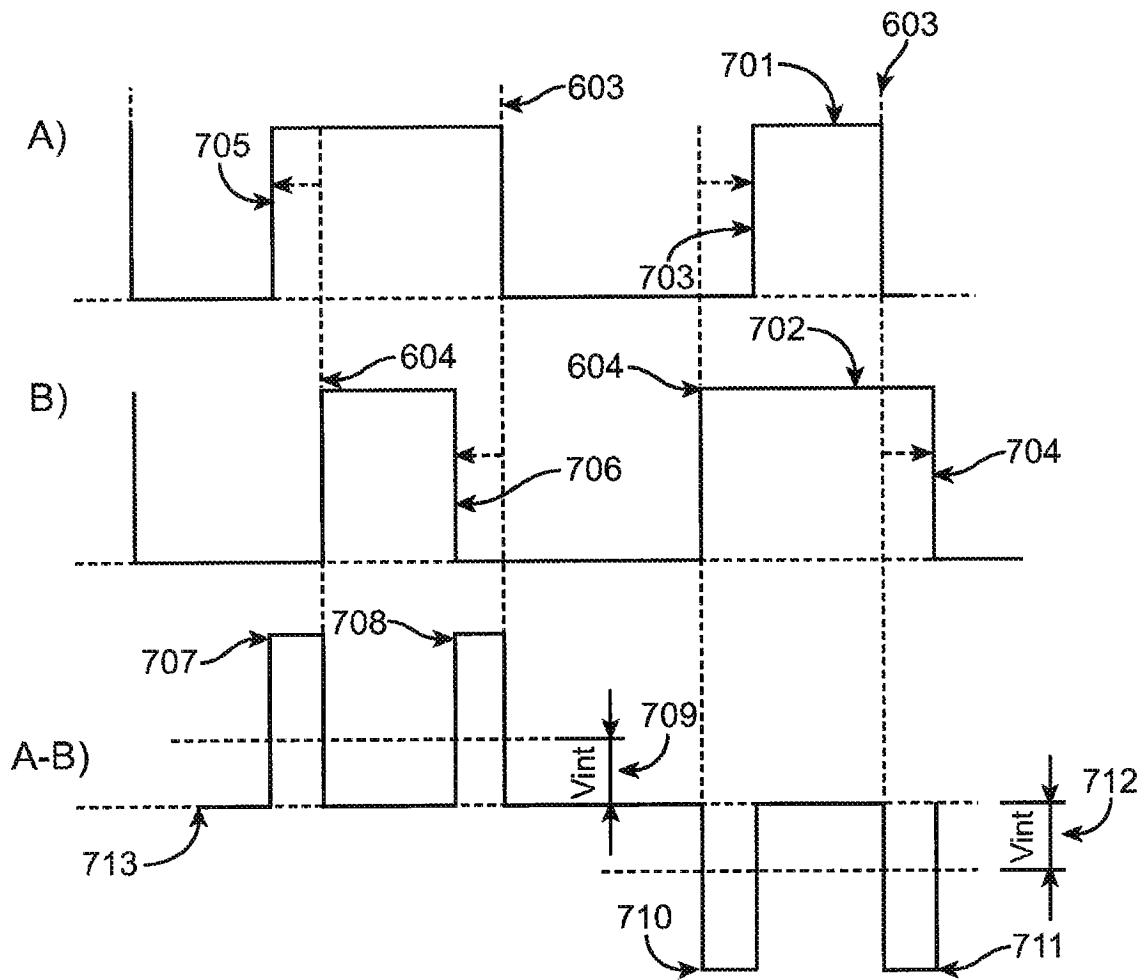


图 7





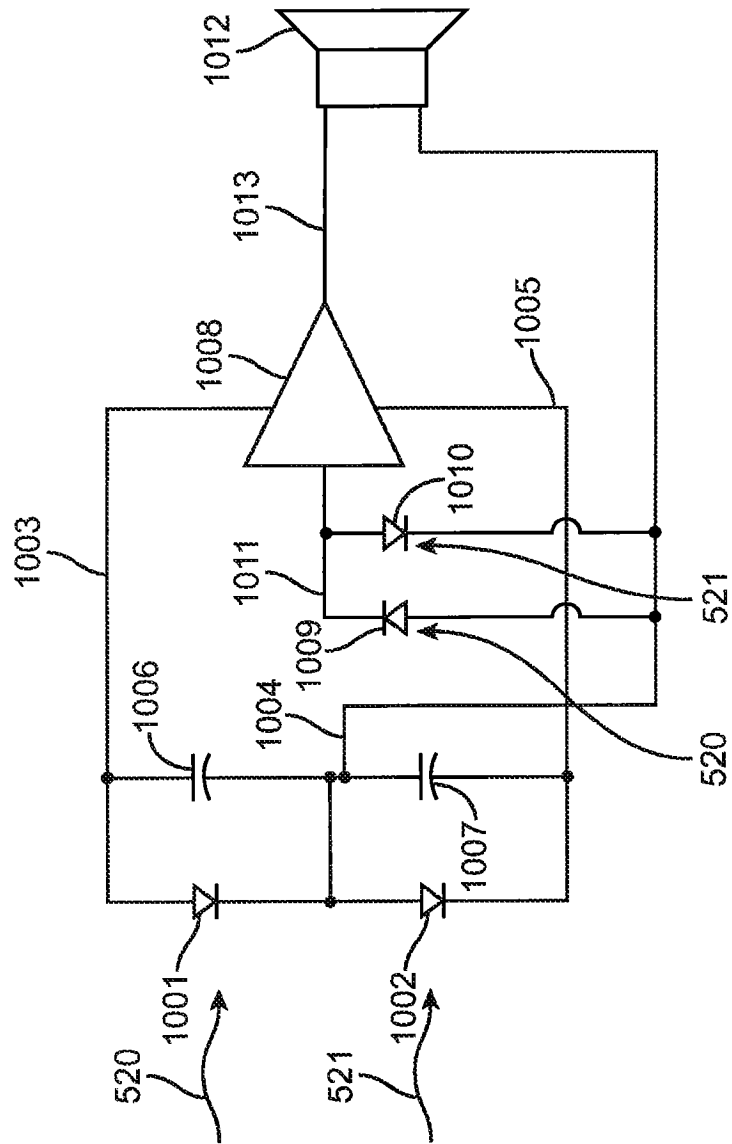


图 10

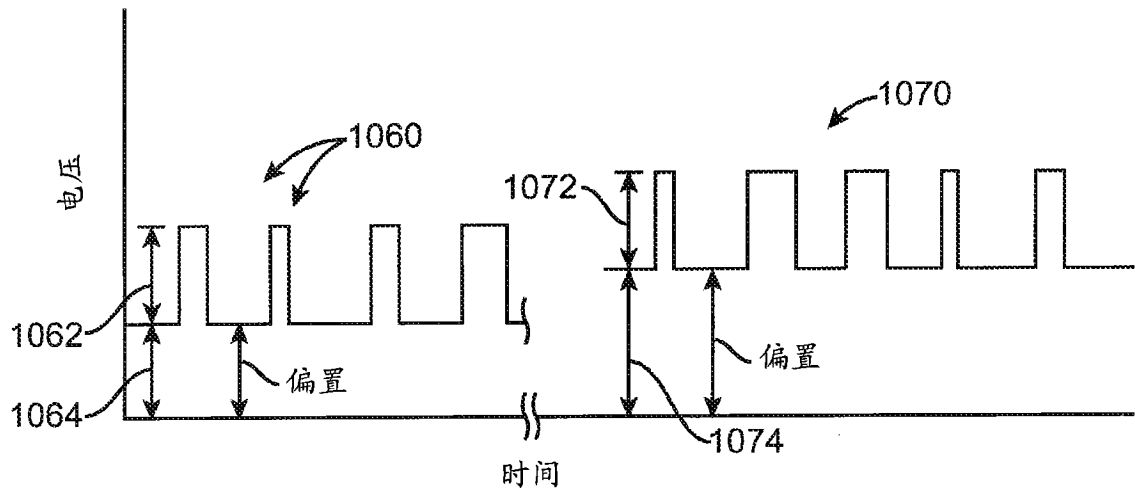


图 10A

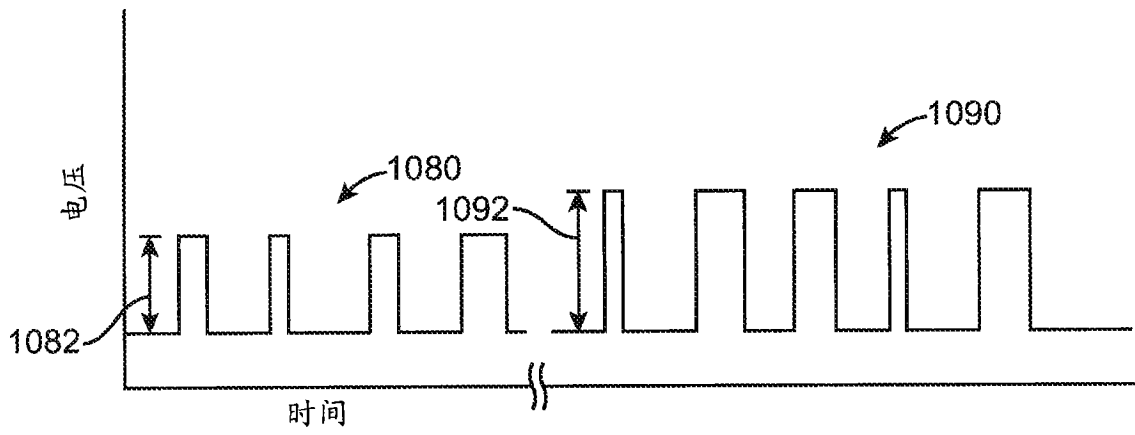


图 10B

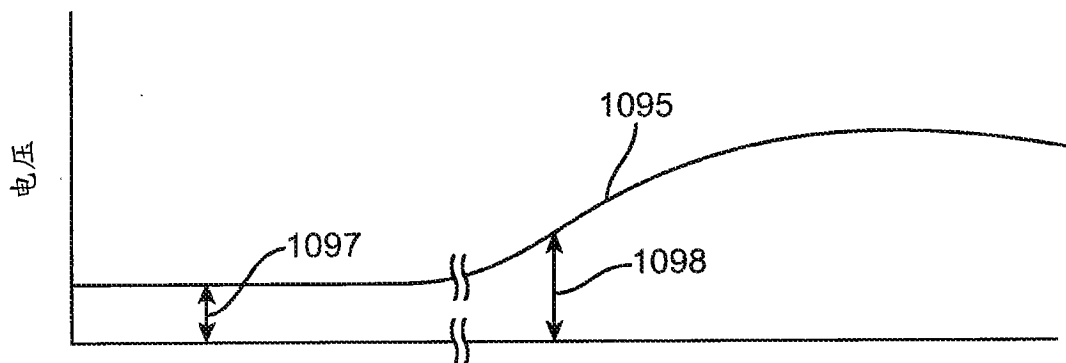


图 10C

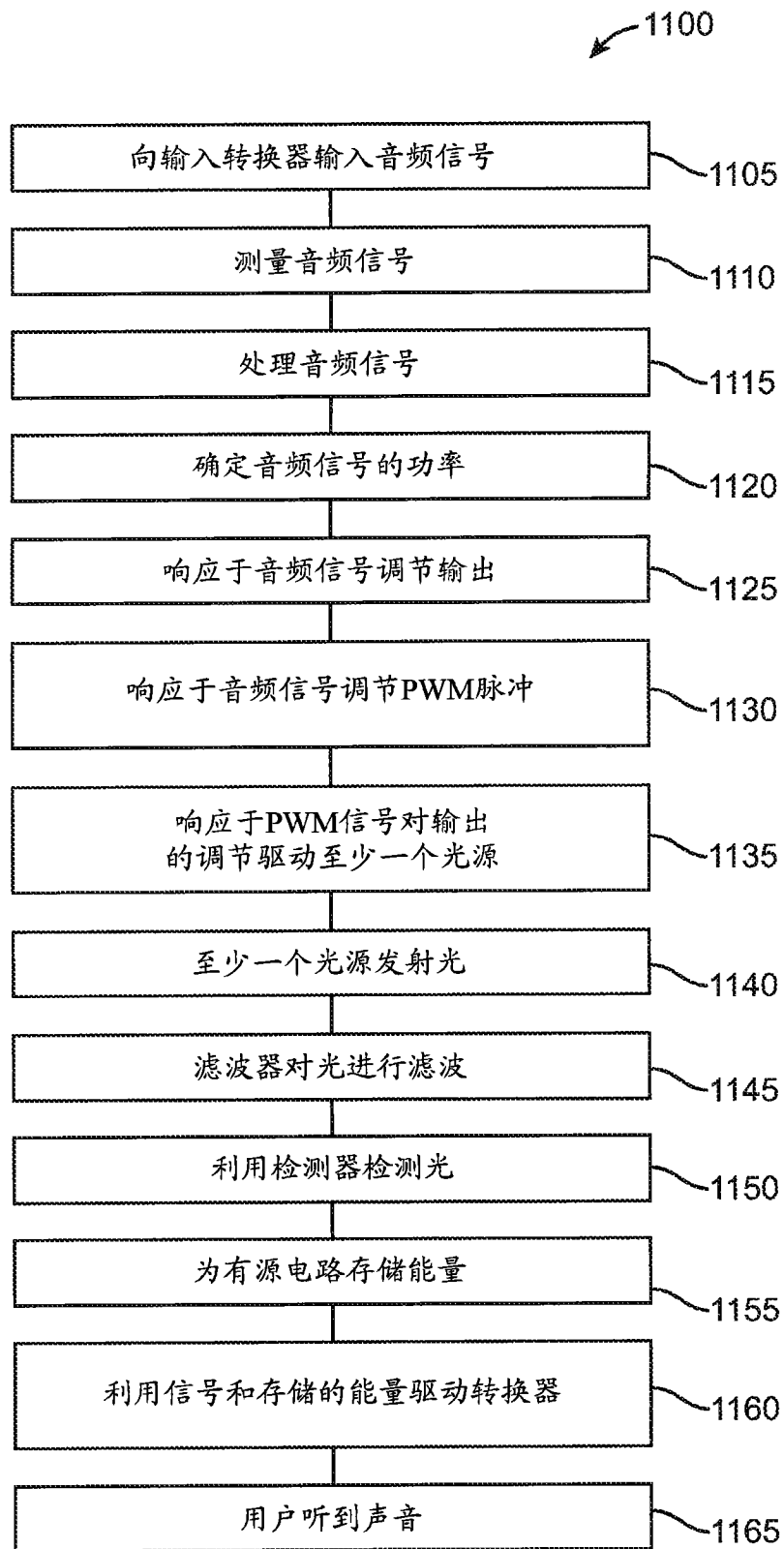


图 11