



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102301747 B

(45)授权公告日 2016.09.07

(21)申请号 200980146702.8

(22)申请日 2009.09.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 102301747 A

(43)申请公布日 2011.12.28

(30)优先权数据
61/099,087 2008.09.22 US
61/109,785 2008.10.30 US
61/139,526 2008.12.19 US
61/217,801 2009.06.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2011.05.23

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2009/057719 2009.09.21

(87)PCT国际申请的公布数据
W02010/033933 EN 2010.03.25

(73)专利权人 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 迈彻·罗森
乔纳森·P·费怡 保罗·拉克尔
詹姆士·斯通

(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
代理人 余朦 王艳春

(51)Int.Cl.
H04R 25/00(2006.01)

(56)对比文件
US 4628907 A,1986.12.16,
US 4628907 A,1986.12.16,
US 4628907 A,1986.12.16,
US 6940989 B1,2005.09.06,
US 2001043708 A1,2001.11.22,
审查员 许洪岩

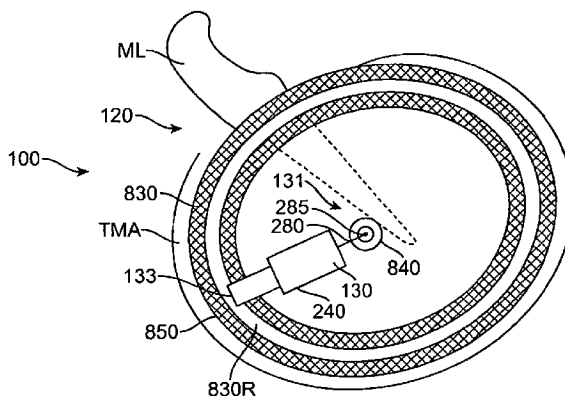
权利要求书11页 说明书24页 附图27页

(54)发明名称

用于听觉的平衡电枢装置和方法

(57)摘要

一种向用户发送音频信号的装置包括换能器和支撑件。支撑件被配置为放置在鼓膜上以驱动鼓膜。换能器在第一外部位置耦合至支撑件以减少堵塞并在第二内部位置耦合至支撑件以驱动鼓膜。换能器可以包括电磁平衡电枢换能器、压电换能器、磁致伸缩换能器、光致伸缩换能器、线圈和磁体中的一个或多个。该装置可结合开放耳道助听器使用。



1. 一种向用户发送音频信号的装置,所述用户具有耳朵,所述耳朵包括鼓膜,所述装置包括:

换能器;以及

支撑件,其至少具有外部部件和内部部件,并且被配置为至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分,当所述支撑件至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外表面时,所述换能器在所述支撑件的第一位置与所述内部部件耦合并且在所述支撑件的第二位置与所述外部部件耦合以驱动所述鼓膜,其中,所述支撑件的所述第一位置和所述支撑件的所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,

其中,所述支撑件的所述第一位置配置为与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述支撑件的所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,所述内部部件与所述外部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述换能器耦合以支撑所述换能器,

其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

2. 如权利要求1所述的装置,其中,当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,所述支撑件的所述第一位置配置为与所述耳朵的鼓膜脐对齐。

3. 如权利要求1所述的装置,其中,当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,所述支撑件的第二位置配置为与所述锤骨的外侧突或外耳道的骨性部中的至少一个对齐。

4. 如权利要求3所述的装置,其中,所述支撑件的第二位置对应于所述锤骨的外侧突,所述换能器包括在所述第一位置和所述第二位置之间延伸的伸长尺寸,所述换能器的伸长尺寸位于约2mm至约5mm的范围内。

5. 如权利要求3所述的装置,其中,所述支撑件的第二位置配置为与所述鼓膜的远离所述锤骨的外侧突的位置对齐以减少血液流动的干扰,所述换能器包括在所述第一位置和所述第二位置之间延伸的伸长尺寸,所述换能器的伸长尺寸位于约2mm至约5mm的范围内。

6. 如权利要求3所述的装置,其中,所述支撑件的第二位置配置为与所述外耳道的骨性部对齐,所述换能器包括在所述第一位置和所述第二位置之间延伸的伸长尺寸,所述换能器的伸长尺寸位于约4mm至约10mm的范围内。

7. 如权利要求6所述的装置,其中,所述支撑件的第二位置配置为与所述外耳道的骨性部的远离所述锤骨的部分对齐以减少沿所述锤骨流向所述鼓膜的血液的干扰。

8. 如权利要求1所述的装置,其中,所述换能器包括质量中心并且所述换能器设置在所述支撑件上,从而当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,所述换能器的质量中心与沿着所述鼓膜远离所述鼓膜脐的位置对齐。

9. 如权利要求8所述的装置,其中,当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,所述换能器在所述第一位置与第二位置之间朝着耳道的骨性部延伸。

10. 如权利要求1所述的装置,其中,当所述换能器驱动所述鼓膜时,所述第二位置处的第二运动少于所述第一位置处的第一运动。

11. 如权利要求10所述的装置,其中,当所述换能器驱动所述鼓膜时,所述第二位置处

的第二运动不超过所述第一位置处的第一运动的75%。

12. 如权利要求1所述的装置,还包括在所述第一位置固定至所述支撑件的第一附接结构,其中所述第一附接结构耦合至所述换能器的伸长的可动结构。

13. 如权利要求12所述的装置,其中,所述第一附接结构嵌入所述支撑件中。

14. 如权利要求12所述的装置,其中,所述第一附接结构固定至所述伸长的可动结构。

15. 如权利要求12所述的装置,其中,所述伸长的可动结构包括被配置为响应于所述音频信号而运动的簧片或电枢中的至少一个,并且延伸结构从所述伸长的可动结构延伸至所述第一附接结构,从而将所述伸长的可动结构耦合至所述第一附接结构。

16. 如权利要求15所述的装置,其中,所述伸长的可动结构沿第一伸长尺寸延伸,并且所述延伸结构沿垂直于所述第一尺寸的第二伸长尺寸延伸。

17. 如权利要求15所述的装置,其中,所述延伸结构包括调谐结构或当所述耳朵被驱动时基本不弯曲的结构中的至少一个。

18. 如权利要求17所述的装置,其中,所述延伸结构包括调谐机构以响应于频率而对所述换能器的增益进行调谐,所述调谐结构在所述第一位置耦合至所述支撑件。

19. 如权利要求17所述的装置,其中,所述延伸结构包括当所述耳朵被驱动时基本不弯曲的结构,并且所述延伸结构包括由外科等级的不锈钢组成的杆,所述杆被配置为在所述耳朵被驱动时所述杆基本不弯曲。

20. 如权利要求15所述的装置,其中,所述延伸结构或所述第一附接结构中的至少一个包括顺应性材料以减少所述换能器的静载荷以及当所述换能器通过支撑件耦合至所述鼓膜时的堵塞。

21. 如权利要求20所述的装置,其中,所述顺应性材料包括粘弹性材料或粘性液体中的一种或多种。

22. 如权利要求12所述的装置,还包括固定至所述支撑件的第二附接结构,所述第二附接结构远离所述伸长的可动结构地耦合至所述换能器。

23. 如权利要求12所述的装置,其中,所述第一附接结构包括在所述第一位置嵌入所述支撑件的板、线圈、圆顶、三角架、或圆锥体中的至少一个。

24. 如权利要求12所述的装置,其中,所述第一附接结构包括不超过约3mm的最大尺寸跨越。

25. 如权利要求1所述的装置,其中,所述支撑件成形为适合于所述用户的鼓膜以使所述换能器与所述鼓膜在预定方向上对齐。

26. 如权利要求25所述的装置,其中,流体被放置在所述鼓膜与所述支撑件之间以耦合所述支撑件与所述鼓膜。

27. 如权利要求25所述的装置,其中,所述换能器设置在所述支撑件上,从而当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,使所述换能器的伸长尺寸与所述用户的锤骨对齐。

28. 如权利要求25所述的装置,其中,所述换能器包括被配置为响应于所述音频信号而运动的伸长结构,所述伸长结构设置在所述支撑件上,从而当所述支撑件放置在所述鼓膜上时与所述用户的锤骨的柄对齐。

29. 如权利要求25所述的装置,其中,所述支撑件对应于所述用户的鼓膜的形状以使所述支撑件在预定方向上耦合至所述鼓膜。

30. 如权利要求29所述的装置,其中,所述支撑件包括来自所述用户的鼓膜的模具的形状。

31. 如权利要求25所述的装置,其中,所述换能器设置在所述支撑件上,从而当所述支撑件放置在所述用户的鼓膜上时,所述换能器的伸长尺寸沿所述锤骨的柄延伸。

32. 如权利要求25所述的装置,其中,所述换能器设置在所述支撑件上,从而当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,使所述换能器与所述锤骨的外侧突对齐。

33. 如权利要求1所述的装置,其中,所述换能器包括电磁平衡电枢换能器、压电换能器、磁致伸缩换能器、光致伸缩换能器、静电换能器、线圈或磁体中的至少一个。

34. 如权利要求33所述的装置,其中,所述换能器包括电磁平衡电枢换能器,所述电磁平衡电枢换能器包括电枢被配置为响应于磁场而运动的电枢,所述电枢设置在所述支撑件上并且当所述支撑件放置在所述用户的鼓膜上时耦合至所述第一位置以平衡所述电枢。

35. 如权利要求34所述的装置,还包括耦合至所述电枢和所述第一位置的延伸结构,所述延伸结构从所述电枢沿约0.5mm至约2.0mm范围内的距离延伸至所述第一位置,从而当所述支撑件放置在所述鼓膜上时平衡所述电枢。

36. 如权利要求35所述的装置,其中,延伸结构包括基本上非柔性的结构或调谐结构中的至少一个。

37. 如权利要求35所述的装置,还包括在所述第一位置固定至所述支撑件的第一附接结构,其中所述第一附接结构耦合至所述换能器的伸长的可动结构,并且其中,所述延伸结构或所述第一附接结构中的至少一个包括顺应性材料以减少所述换能器的静载荷以及当所述换能器通过所述支撑件耦合至所述鼓膜时的堵塞。

38. 如权利要求37所述的装置,其中,所述顺应性材料包括弹性材料、粘性材料、或粘弹性材料中的一种或多种。

39. 如权利要求34所述的装置,其中,所述电枢沿第一尺寸延伸,所述延伸结构中的至少一个沿从所述第一尺寸偏离的第二尺寸延伸。

40. 如权利要求34所述的装置,其中,所述电枢具有质量、阻尼、刚度中的至少一个,所述质量、阻尼、刚度中的至少一个被配置为当所述支撑件放置在所述鼓膜时与所述支撑件和所述鼓膜的质量和刚度相匹配。

41. 如权利要求34所述的装置,其中,所述平衡电枢换能器适于当所述支撑件耦合至所述鼓膜时驱动所述支撑件。

42. 如权利要求41所述的装置,其中,所述平衡电枢换能器适于通过与所述支撑件的输入阻抗相匹配的所述电枢的输出机械阻抗、所述平衡电枢换能器的大小、所述平衡电枢换能器的长度、所述平衡电枢换能器的电阻抗、制造所述平衡电枢换能器的材料、耦合至所述平衡电枢换能器的电枢以使所述电枢恢复到中性位置的恢复部件的弹簧常数、环绕所述平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的匝数、所述平衡电枢换能器的惯性矩、与所述支撑件相对以平衡所述支撑件的机械载荷的配衡质量、或环绕所述平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的直径中的至少一个的优化来驱动所述鼓膜。

43. 如权利要求1所述的装置,其中,所述换能器和所述支撑件被配置为在所述换能器的电功率输入不超过约1mW时、在10kHz下提供失真不超过5%且至少为80dB(SPL)的声音输出。

44. 如权利要求43所述的装置,其中,所述换能器和所述支撑件被配置为在所述换能器的电功率输入不超过约1mW时、在约100Hz至约10kHz范围内提供失真不超过5%且至少为80dB(SPL)的声音输出。

45. 如权利要求1所述的装置,还包括:

壳体,固定至所述换能器的主体;

电路,耦合至所述换能器以驱动所述换能器,当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,所述电路由所述支撑件支撑;

其中所述支撑件、所述壳体、所述换能器和所述电路包括不超过约120mg的总质量,所述换能器设置在所述支撑件上,从而当所述支撑件设置在所述鼓膜上时,所述总质量在鼓膜脐处对应于不超过约60mg的质量。

46. 如权利要求45所述的装置,其中,所述支撑件、所述壳体、所述电路、和所述换能器具有不超过约80mg的总质量,所述换能器设置在所述支撑件上,从而当所述支撑件设置在所述鼓膜上时,所述总质量在鼓膜脐处对应于不超过约40mg的质量。

47. 如权利要求1所述的装置,其中,所述换能器与线圈、电连接、输出放大器或声音处理器中的至少一个电耦合。

48. 一种向用户发送音频信号的装置,所述用户具有耳朵,所述耳朵包括鼓膜,所述装置包括:

换能器;

支撑件,其至少具有外部部件和内部部件,并且被配置为至少部分地放置在所述鼓膜上,当所述支撑件至少部分地放置在所述鼓膜上时,所述换能器在第一位置处耦合至所述内部部件和在第二位置处耦合至所述外部部件以驱动所述鼓膜,其中,所述在所述内部部件处的第一位置和在所述外部部件处的第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上并且彼此间隔一距离,并且所述内部部件与所述外部部件之间具有开口;以及

耦合至所述换能器的至少一个光电探测器,所述至少一个光电探测器具有输出阻抗,所述换能器包括平衡电枢换能器,所述平衡电枢换能器具有输入阻抗,所述光电探测器的输出阻抗与所述平衡电枢换能器的输入阻抗相匹配。

49. 如权利要求48所述的装置,其中,所述至少一个光电探测器包括光伏换能器。

50. 一种向用户发送音频信号的方法,所述用户具有耳朵,所述耳朵包括鼓膜,所述方法包括:

利用支撑件支撑换能器,所述支撑件至少具有外部部件和内部部件,并且被至少部分地设置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分,所述换能器在第一位置连接至所述支撑件的所述内部部件并且在第二位置连接至所述支撑件的所述外部部件,其中,所述支撑件的第一位置和所述支撑件的第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,其中,所述支撑件的所述第一位置与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述支撑件的所述第二位置与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,并且所述内部部件与所述外部部件之间具有开口;

利用所述换能器使所述支撑件在第一位置振动,所述换能器连接至所述支撑件,其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件,并且位于所

述第一位置的所述支撑件响应于所述可动结构的运动而振动。

51. 如权利要求50所述的方法,其中,所述支撑件的所述第一位置与所述鼓膜脐对齐并且所述换能器从所述第一位置驱动所述鼓膜脐,所述第二位置与所述第一位置隔开,从而当所述换能器驱动所述鼓膜脐时,所述第二位置比所述第一位置运动的更少。

52. 一种向用户发送音频信号的方法,所述用户具有耳朵,所述耳朵包括鼓膜以及在鼓膜脐处连接至所述鼓膜的锤骨,所述方法包括:

将支撑件至少部分地放置为紧靠所述用户的鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分以将换能器耦合至所述鼓膜脐以驱动所述鼓膜,其中所述支撑件至少具有外部部件和内部部件,所述换能器在所述支撑件的第一位置耦合至所述内部部件并且在所述支撑件的第二位置耦合至所述外部部件,并且,所述支撑件的第一位置和所述支撑件的第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,

其中,所述第一位置与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述第二位置与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的第一位置与在所述外部部件处的第二位置间隔一距离,并且所述内部部件和所述外部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述换能器耦合以支撑所述换能器,所述第一位置与所述第二位置之间具有所述支撑件的打开空间,

其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

53. 一种制造向用户发送音频信号的装置的方法,所述用户具有耳朵,所述耳朵包括鼓膜,所述方法包括:

形成支撑件,所述支撑件被配置为适合至少部分地紧靠所述用户的鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分,其中所述支撑件至少具有外部部件和内部部件;

安置换能器以在所述支撑件的第一位置耦合至所述内部部件并且在所述支撑件的第二位置耦合至所述外部部件,其中,所述第一位置配置为与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,其中在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的第二位置间隔一距离,并且所述外部部件与所述内部部件之间具有开口,并且,所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,并且,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

54. 如权利要求53所述的方法,其中,所述支撑件被模制为适合所述用户的鼓膜。

55. 如权利要求53所述的方法,其中,所述换能器通过所述第一位置处的第一附接结构和所述第二位置处的第二附接结构固定至所述支撑件。

56. 如权利要求55所述的方法,其中,所述换能器包括伸长的可动结构,所述伸长的可动结构被配置为响应于磁场而运动,所述第一附接结构通过延伸结构固定至所述伸长的可用结构,所述延伸结构包括从所述第一附接结构延伸至所述伸长的可动结构的柱。

57. 如权利要求56所述的方法,其中,所述伸长的可动结构包括簧片或平衡电枢换能器的电枢中的至少一个。

58. 如权利要求53所述的方法,其中,液体紧靠模具放置并且固化以形成所述支撑件。

59. 如权利要求58所述的方法,其中,当所述液体固化时,所述换能器由所述模具支撑。

60. 如权利要求58所述的方法,其中,所述换能器包括平衡电枢,当所述液体固化时,所述换能器由所述模具支撑以平衡所述电枢,从而当所述支撑件放置在所述用户的鼓膜上时平衡所述电枢。

61. 如权利要求58所述的方法,其中,所述液体包括硅树脂、水凝胶或胶原中的至少一种。

62. 如权利要求53所述的方法,其中,所述换能器包括平衡电枢换能器,所述平衡电枢换能器被优化以驱动耦合至所述鼓膜的所述支撑件的载荷。

63. 如权利要求62所述的方法,其中,通过优化所述平衡电枢换能器的大小、所述平衡电枢换能器的几何形状、所述平衡电枢换能器的电阻抗、制造所述平衡电枢换能器的材料、放置在所述换能器的磁体的磁极之间的腔室中的磁流体、耦合至所述平衡电枢换能器的电枢以使所述电枢恢复到中性位置的恢复部件的弹簧常数、环绕所述平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的匝数、或环绕所述平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的直径中的至少一个来使所述平衡电枢换能器优化。

64. 一种向用户发送音频信号的装置,所述用户具有耳朵,所述耳朵包括鼓膜和锤骨,所述装置包括:

换能器,被配置为驱动所述鼓膜;以及

支撑件,其至少具有外部部件和内部部件,并且被配置为至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分,以支撑所述换能器,

其中,当所述支撑件至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外表面时,所述换能器在第一位置耦合至所述支撑件的所述内部部件并且在第二位置耦合至所述支撑件的所述外部部件,其中,所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,

其中,所述支撑件的所述第一位置配置为与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述支撑件的所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,并且所述内部部件与所述外部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述换能器耦合以支撑所述换能器,

其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

65. 如权利要求64所述的装置,其中,所述鼓膜包括环形物,所述支撑件被配置为至少部分地放置在所述鼓膜的环形物上以减少堵塞。

66. 如权利要求64所述的装置,其中,所述支撑件具有凹陷,所述凹陷的大小被设置为当所述支撑件至少部分地放置在所述鼓膜上时减少与沿所述锤骨的一部分设置的所述鼓膜的一部分的接触。

67. 如权利要求66所述的装置,其中,所述凹陷的大小被设置为减少所述支撑件对流向所述鼓膜的血液的用户可察觉的干扰。

68. 如权利要求66所述的装置,其中,所述支撑件被配置为以预定方向耦合所述鼓膜以将所述凹陷至少部分地安置在所述锤骨的一部分上。

69. 如权利要求66所述的装置,其中,所述支撑件包括外部部分并且所述换能器耦合至

所述外部部分以减少堵塞,所述凹陷至少部分地延伸至所述外部部分中。

70. 如权利要求69所述的装置,其中,所述换能器包括固定至所述外部部分的外壳和振动结构,所述振动结构至少部分地布置在所述外壳内并且远离所述外部部分向内延伸以耦合至所述鼓膜的内部部分。

71. 如权利要求70所述的装置,其中,所述内部部分包括所述鼓膜的鼓膜脐。

72. 如权利要求69所述的装置,还包括弹性结构或弹簧中的至少一个,所述弹性结构或弹簧的中的至少一个耦合至所述外部部分和所述换能器,从而当所述外部部分至少部分地耦合至所述鼓膜时迫使所述换能器朝所述鼓膜运动并且将所述换能器耦合至所述鼓膜。

73. 如权利要求69所述的装置,其中,所述换能器远离所述凹陷地耦合至所述外部部分。

74. 如权利要求69所述的装置,其中,所述外部部分被配置为接触位于耳道的骨性部上的皮肤。

75. 如权利要求69所述的装置,其中,所述外部部分包括O形环,所述O形环的大小被设置为适合沿着所述鼓膜的周边,所述O形环包括所述凹陷。

76. 如权利要求69所述的装置,还包括至少一个电磁能接收器,所述至少一个电磁能量接收器被配置为接收电磁能并且将电磁能转换为电能以驱动所述换能器,所述电磁能接收器固定至所述外部部分以减少堵塞并耦合至所述换能器以响应于电磁能而向所述用户发送声音。

77. 如权利要求76所述的装置,其中,所述电磁能包括光并且所述至少一个电磁能接收器包括至少一个光电探测器,所述至少一个光电探测器固定至所述外部部分以减少堵塞并耦合所述换能器以响应于所述光而向所述用户发送声音。

78. 如权利要求77所述的装置,还包括固定至所述支撑件的至少一个光学部件,所述至少一个光学部件朝着所述至少一个光电探测器定向,以使得来自所述光学部件的折射光、衍射光或反射光中的至少一个朝向所述至少一个光电探测器。

79. 如权利要求78所述的装置,其中,所述光学部件包括透镜、菲涅耳透镜,折射透镜、柱面透镜、衍射透镜、衍射光学器件、反射面、反射镜、棱镜、透镜阵列、透镜阵列、柱面透镜阵列、反射镜阵列或棱镜阵列中的一个或多个。

80. 如权利要求66所述的装置,其中,所述开口的大小被设置为接收所述内部部件,所述内部部件被配置为耦合所述鼓膜的靠近所述鼓膜脐的内部部分,所述内部部件的大小被设置为小于所述开口以穿过所述开口耦合至所述换能器。

81. 如权利要求66所述的装置,其中,所述支撑件包括位于所述支撑件的所述第一位置的内部部分以及位于所述支撑件的所述第二位置的外部部分,位于所述支撑件的所述第二位置的所述外部部分包括开口,所述开口的大小被设置为接收伸长的可动结构,所述伸长的可动结构从所述换能器延伸至所述支撑件,从而穿过所述开口将所述换能器耦合至所述支撑件。

82. 如权利要求81所述的装置,其中,所述内部部分被配置为放置在所述鼓膜的内部部分上以驱动所述鼓膜。

83. 如权利要求82所述的装置,其中,所述内部部分包括所述鼓膜脐。

84. 如权利要求66所述的装置,其中,所述换能器在所述支撑件上的某个位置耦合至所

述支撑件,从而当所述支撑件放置在所述鼓膜上时,所述位置被设置为远离所述锤骨的外侧突或外耳道的骨性部。

85.如权利要求66所述的装置,其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在内部位置处耦合至所述支撑件并且被配置为响应于所述可动结构的运动而从所述内部位置驱动所述鼓膜。

86.如权利要求66所述的装置,其中,所述支撑件被配置为在锤骨的一部分上沿着第一方向延伸并且沿着垂直于第二方向的第二方向延伸,所述支撑件在所述第一方向上具有第一长度并且在所述第二方向上具有第二长度,所述第一长度小于所述第二长度。

87.如权利要求86所述的装置,其中,所述支撑件在所述第一方向上延伸至所述凹陷中,并且所述支撑件的外边界的一部分限定所述凹陷。

88.如权利要求86所述的装置,其中,所述换能器包括磁体,所述磁体固定至所述支撑件以使所述支撑件响应于磁场而振动。

89.如权利要求66所述的装置,其中,所述换能器包括电磁平衡电枢换能器、压电换能器、磁致伸缩换能器、光致伸缩换能器、静电换能器、线圈或磁体中的至少一个。

90.如权利要求66所述的装置,其中,所述换能器通过至少一个电导体电耦合至放大器电路,所述至少一个电导体在所述换能器和所述放大器之间延伸,从而将所述换能器耦合至所述放大器。

91.如权利要求90所述的装置,还包括模块,所述模块包括麦克风、所述放大器电路和连接器,所述模块的大小被设置为适合耳道,从而当所述模块设置在所述耳道中时,通过所述连接器耦合所述放大器电路与所述换能器。

92.如权利要求91所述的装置,其中,所述模块被配置为从所述连接器断开,从而当所述模块被移除时,所述支撑件安置在所述耳道中并至少部分地紧靠所述鼓膜。

93.一种向用户发送音频信号的方法,所述用户具有耳朵,所述耳朵包括鼓膜和锤骨,所述方法包括:

提供支撑件,所述支撑件至少具有外部部件和内部部件,并且具有支撑在其上的换能器,所述支撑件具有大小被设置为减少与所述鼓膜的血管的接触的凹陷;以及

将所述支撑件至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分,其中所述支撑件放置在所述鼓膜上,以使所述凹陷与所述鼓膜的血管对齐,并且,

所述换能器在第一位置与所述支撑件的所述内部部件耦合并且在第二位置与所述支撑件的所述外部部件耦合,其中,所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,

其中,所述支撑件的所述第一位置配置为与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述支撑件的所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,所述外部部件与所述内部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述换能器耦合以支撑所述换能器,

其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

94. 一种向用户发送音频信号的装置, 所述用户具有耳朵, 所述耳朵包括鼓膜, 所述装置包括:

换能器, 被配置为驱动所述鼓膜; 以及

支撑件, 至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分, 所述支撑件至少包括外部部件和内部部件, 所述外部部件包括阻挡器, 所述阻挡器被配置为限制所述支撑件内侧位移到所述耳朵中, 所述内部部件被配置为将所述换能器耦合至所述鼓膜, 其中, 所述外部部件和所述内部部件位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,

其中, 所述内部部件配置为与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐, 所述外部部件配置为与远离所述内部部件的位置对齐, 使得所述内部部件与所述外部部件间隔一距离, 所述内部部件与所述外部部件之间具有开口,

其中, 所述支撑件在所述内部部件和所述外部部件与所述换能器耦合以支撑所述换能器,

其中, 所述换能器包括可动结构, 所述可动结构在所述内部部件耦合至所述支撑件并被配置为在所述内部部件响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

95. 如权利要求94所述的装置, 还包括耦合至所述换能器和所述内部部件的至少一个结构, 其中所述至少一个结构被配置为迫使内部部件朝着所述鼓膜运动, 从而当所述阻挡器被安置为紧靠所述鼓膜的外部部分或耳道的靠近所述鼓膜的外部部分的皮肤中的至少一个时将所述换能器耦合至所述鼓膜。

96. 如权利要求94所述的装置, 还包括至少一个光电探测器, 所述至少一个光电探测器固定至所述支撑件并且电耦合至所述换能器以响应于光信号而驱动所述鼓膜。

97. 如权利要求94所述的装置, 还包括模块, 所述模块被配置为插入耳道中, 所述模块包括麦克风、电源和耦合至所述麦克风的放大器电路。

98. 如权利要求97所述的装置, 其中, 所述模块包括第一连接器, 所述第一连接器被配置为接触第二连接器, 所述第二连接器固定至所述支撑件以将所述模块的电路与所述支撑件上的换能器电耦合, 从而当所述支撑件耦合至所述鼓膜时, 所述模块能够被移除而不需要所述支撑件和换能器。

99. 如权利要求97所述的装置, 其中, 所述模块包括所述换能器、所述阻挡器和所述支撑件, 所述支撑件固定至所述模块的远端。

100. 一种向用户发送声音的装置, 所述用户具有鼓膜, 所述装置包括:

支撑件, 其至少具有内部部件和外部部件, 并且被配置为耦合至所述鼓膜, 当耦合至所述鼓膜时, 所述支撑件至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分;

第一换能器, 被配置为在第一位置将所述支撑件的内部部件耦合至所述鼓膜并且在第二位置耦合至所述支撑件的外部部件, 其中, 所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上; 以及

第二换能器, 被配置为使所述支撑件的至少内部部件振动, 从而当所述至少内部部件耦合至所述鼓膜时发送声音,

其中, 所述第一位置配置为与耳朵的锤骨的至少一部分对齐, 所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐, 使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件

处的所述第二位置间隔一距离,在所述外部部件与所述内部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述第一换能器和第二换能器耦合以支撑所述第一换能器和所述第二换能器,

其中,所述第一换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

101. 一种向用户发送声音的方法,所述用户具有鼓膜,所述方法包括:

向用户提供支撑件,所述支撑件至少具有外部部件和内部部件,并且在第一位置和第二位置耦合至第一换能器和第二换能器,其中,所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上;

通过所述第一换能器将所述支撑件的至少内部部件耦合至所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分;以及

通过所述第二换能器使所述支撑件的至少内部部件振动,从而当所述至少内部部件耦合至所述鼓膜的外部部分时发送声音,

其中,所述支撑件的所述第一位置配置为与耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述支撑件的所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,所述内部部件与所述外部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述第一换能器和第二换能器耦合以支撑所述第一换能器和第二换能器,

其中,所述第一换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

102. 一种向用户发送声音的装置,所述用户具有鼓膜,所述装置包括:

支撑件,其至少具有内部部件和外部部件,并且被配置为耦合至所述鼓膜,当耦合至所述鼓膜时,所述支撑件至少部分地放置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分;以及

换能器,在第一位置耦合至所述支撑件的内部部件并且在第二位置耦合至所述支撑件的外部部件,其中,所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上;

顺应性结构,耦合至所述支撑件和所述换能器以向所述用户发送所述声音,

其中,所述支撑件的所述第一位置配置为与耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述支撑件的所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,所述内部部件与所述外部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述换能器耦合以支撑所述换能器,

其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

103. 如权利要求102所述的装置,其中,所述顺应性结构被配置为当所述支撑件耦合至所述鼓膜时减少所述换能器的低频载荷并且当所述支撑件耦合至所述鼓膜时基本发送频率高于约1kHz的声音。

104. 一种向用户发送声音的方法,所述用户具有鼓膜,所述方法包括:

将支撑件至少部分地安置为紧靠所述鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分以将换能器耦合至所述鼓膜,其中,所述支撑件至少具有外部部件和内部部件,并且所述换能器在第一位置耦合至所述支撑件的内部部件并且在第二位置耦合至所述支撑件的外部部件,所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,其中顺应性结构耦合至所述支撑件和所述换能器以向所述用户发送所述声音,

其中,所述支撑件的所述第一位置配置为与耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述支撑件的所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,所述内部部件与所述外部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述换能器耦合以支撑所述换能器,

其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

105. 一种向用户发送音频信号的装置,所述装置包括:

换能器装置;

支撑件装置,耦合至所述换能器装置以响应于所述信号而使耳朵振动,所述支撑件装置至少具有外部部件和内部部件,并且至少部分地安置为紧靠鼓膜的外部部分而不进入所述外部部分,

其中,所述换能器装置在所述支撑件装置的第一位置耦合至所述内部部件并且在所述支撑件装置的第二位置耦合至所述外部部件,所述第一位置和所述第二位置位于所述支撑件的远离所述鼓膜的面上,

其中,所述第一位置配置为与所述耳朵的锤骨的至少一部分对齐,所述第二位置配置为与远离所述第一位置的位置对齐,使得在所述内部部件处的所述第一位置与在所述外部部件处的所述第二位置间隔一距离,所述外部部件与所述内部部件之间具有开口,

其中,所述支撑件在所述第一位置和所述第二位置与所述换能器耦合以支撑所述换能器,

其中,所述换能器包括可动结构,所述可动结构在所述第一位置耦合至所述支撑件并被配置为在所述第一位置响应于所述可动结构的运动而驱动所述鼓膜。

用于听觉的平衡电枢装置和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2008年12月19日提交的题为“用于听觉的平衡电枢装置和方法(Balanced Armature Devices and Methods for Hearing)”的第61/139,526号(代理人案号026166-002300US)美国专利申请的优先权;于2009年6月3日提交的第61/217,801号(代理人案号026166-002310US)申请的优先权;于2008年9月22日提交的第61/099,087号(代理人案号026166-002000US)题为“用于听觉的换能器装置和方法(Transducer Devices and Methods for Hearing)”的申请的优先权;以及2008年10月30日提交的第61/109,785号(代理人案号026166-002010US)的题为“用于听觉的换能器装置和方法(Transducer Devices and Methods for Hearing)”的申请的优先权。以上申请的全部内容通过引用合并入本文。

[0003] 根据联邦政府资助的研发对本发明的权利作出的声明

[0004] 本发明得到美国国家卫生研究院的津贴资助(津贴号R44DC008499-02A1)。政府享有本发明的某些权利。

背景技术

[0005] 1. 技术领域

[0006] 本发明涉及听觉系统、装置和方法。虽然具体提到了助听系统,但本发明的实施方式还可用于信号被用于刺激耳朵的多种应用。

[0007] 人们愿意听。听觉使人们听到并理解各种声音。自然听觉包括空间线索,这使得即使在存在背景噪声的情况下用户仍能听见讲话人的声音。

[0008] 听觉系统可用于通信系统以辅助听力障碍患者。听力障碍患者需要助听器以与周围的人进行口头交流。已经证实由于开放式耳道助听器增加了舒适感并改进了外观因此在市场上获得成功。开放式耳道助听器受欢迎的另一原因是其减小了耳道的堵塞。堵塞会导致不自然、隧道式的听力效果,至少部分堵塞耳道的助听器可导致该效果。在至少部分场合中,当他或她说话而堵塞在说话期间产生不自然的声音时,用户会注意到堵塞。然而,开放式助听器可产生的问题是反馈。麦克风的位置距离扬声器太近或所放大的声音太大都可引起反馈。因此,反馈限制了助听器可提供的声音放大的程度。虽然将麦克风放置在耳道外可以减小反馈,但是该位置可导致装置提供缺乏(在自然声音中的)空间位置信息线索的不自然的声音。

[0009] 在一些情况中,通过使用自然听力换能通路的非声音刺激反馈,例如刺激鼓膜、听骨链的听小骨和/或耳蜗可减小反馈。输出换能器可设置在鼓膜、中耳的听小骨或者耳蜗上以刺激听力通路。这样的输出换能器可为电磁换能器。例如,换能器可包括设置在听小骨上的磁体和线圈以刺激听力通路。通常需要外科手术以将听力装置设置在听小骨或耳蜗上,这种手术至少在某种情况下是侵入性的。至少某些已知的在鼓膜上设置电磁换能器的方法在某些场合中可导致堵塞。

[0010] 一种有希望的方法是将换能器设置在鼓膜上并驱动换能器。例如,磁体可设置在鼓膜上并由远离鼓膜的线圈驱动。磁体可由线圈电磁驱动以在听力换能通路中产生运动,

从而导致引起听觉感知的神经脉冲。永磁体可通过利用流体和表面张力耦合至鼓膜,例如如第5,259,032号和第6,084,975号美国专利中所描述的。另一种方法是将磁体和线圈设置在鼓膜上以震动鼓膜。

[0011] 然而,仍然有改进的空间。设置在鼓膜上的线圈和磁体的体积至少在某些情况下可导致堵塞。具有设置在鼓膜上的磁体和远离磁体的线圈,为驱动磁体而生成的磁场强度随着从驱动器线圈至永磁体的距离而迅速降低。因为强度在距离上迅速降低,因此驱动磁体的能量的效率达不到理想状态。而且,驱动器线圈的位置靠近磁体可导致用户在某些情况下不舒服。还存在一种需求,即将驱动器线圈与永磁体对准,这在某种情况下会导致性能不够理想。

[0012] 由于上述原因,期望提供一种听觉系统,至少减少或甚至避免至少部分上述现有听力装置的限制。例如,提供一种可提供自然的声音(例如具有空间信息线索)的舒适的听觉装置,使用户听的同时可以比现有装置具有较少的堵塞、不适和反馈。

[0013] 2背景技术

[0014] 本申请涉及的专利和出版物包括:第3,585,416号;第3,764,748号;第3,882,285号;第5,142,186号;第5,554,096号;第5,624,376号;第5,795,287号;第5,800,336号;第5,825,122号;第5,857,958号;第5,859,916号;第5,888,187号;第5,897,486号;第5,913,815号;第5,949,895号;第6,005,955号;第6,068,590号;第6,093,144号;第6,137,889号;第6,139,488号;第6,174,278号;第6,190,305号;第6,208,445号;第6,217,508号;第6,222,302号;第6,241,767号;第6,422,991号;第6,475,134号;第6,519,376号;第6,620,110号;第6,626,822号;第6,676,592号;第6,728,024号;第6,735,318号;第6,900,926号;第6,920,340号;第7,072,475号;第7,095,981号;第7,239,069号;第7,289,639号;第D512,979号;第2002/0086715号;第2003/0142841号;第2004/0234092号;第2005/0020873号;第2006/0107744号;第2006/0233398号;第2006/075175号;第2007/0083078号;第2007/0191673号;第2008/0021518号;第2008/0107292号;共同拥有的第5,259,032号(代理人案号026166-000500US);第5,276,910号(代理人案号026166-000600US);第5,425,104号(代理人案号026166-000700US);第5,804,109号(代理人案号026166-000200US);第6,084,975号(代理人案号026166-000300US);第6,554,761号(代理人案号026166-001700US);第6,629,922号(代理人案号026166-001600US);美国公开第2006/0023908号(代理人案号026166-000100US);第2006/0189841号(代理人案号026166-000820US);第2006/0251278号(代理人案号026166-000900US);以及第2007/0100197号(代理人案号026166-001100US)。相关的非美国专利和公开物包括EP 1845919;PCT公开第W0 03/063542号;第W0 2006/075175号。相关的美国公开物、杂志出版物包括:Ayatollahi等人的“利用钕铁硼磁铁(Nd-Fe-B)的微型机凝结器微机械扬声器的设计和模块化(Design and Modeling of Micromachines Condenser MEMS Loudspeaker using Permanent Magnet Neodymium-Iron-Boron(Nd-Fe-B))”,国际临床视网膜电(流)描记法或(照相术)学会(ISCE),吉隆坡(Kuala Lumpur)2006; Birch等人的“用于听力障碍患者的微工程系统(Microengineered Systems for the Hearing Impaired)”,电气工程师协会(IEE),伦敦(London),1996; Cheng等人的“用于听觉装置的硅微型扬声器(A silicon microspeaker for hearing instruments)”, J.Micromech.Microeng.,14(2004)859-866; Yi等人的“具有氮化物隔膜的压电微扬声器

(Piezoelectric microspeaker with compressive nitride diaphragm)”,IEEE,2006;以及 Zhigang Wang 等人的“对用于听力植入物的致动器的远程光电刺激的预估计 (Preliminary Assessment of Remote Photoelectric Excitation of an Actuator for a Hearing Implant)”,IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference,Shanghai,China,September 1-4,2005。其他有利益的公开物包括:Gennum GA3280原始数据表,“Voyager TDTM.的用于超低功率音频处理的开放式平台DSP系统 (Voyager TDTM.Open Platform DSP System for Ultra Low Power Audio Processing)”以及国家半导体(National Semiconductor)LM4673数据表,“LM4673 Filterless,2.65W, Mono,Class D audio Power Amplifier”;Puria,S.等人的来自尸体颞骨的微CT成像的中耳形态测定(Middle ear morphometry from cadaveric temporal bone micro CT imaging),Invited Talk.MEMRO 2006,Zurich;Puria,S.等人的中耳中的齿轮(A gear in the middle ear)ARO 2007,Baltimore,MD。

发明内容

[0015] 本发明涉及听觉系统、装置和方法。虽然具体谈及了助听器系统,但本发明的实施方式能够用于许多采用信号刺激耳朵的应用。

[0016] 本发明的实施方式提供改善的听觉,其克服了当前系统的前述局限性中的至少一些。在许多实施方式中,向用户发送音频信号的装置可以包括换能器和支撑件。支撑件被配置为放置在鼓膜上以将换能器耦合至鼓膜脐以驱动鼓膜。换能器可以放置在支撑件上以远离鼓膜脐延伸,从而当支撑件放置在鼓膜上时减少堵塞并降低机械阻抗。例如,换能器可以在内部第一位置耦合至支撑件并联结至外部第二位置以减少堵塞,其中内部第一位置对应于鼓膜脐处或其附近的鼓膜的位置,外部第二位置对应于鼓膜的外部部分或位于骨性突起(bony process)上方的皮肤。换能器可以通过顺应性材料耦合至支撑件,从而当支撑件耦合至鼓膜时抑制换能器的载荷并减少堵塞,并且顺应性材料可以发送对应于用户的听觉损失的基本可听的频率,例如高于约1kHz的频率。顺应性材料可以包括诸如弹性材料、弹性弹簧材料、海绵材料、硅橡胶海绵材料、粘性液体、粘弹性材料、或粘弹性记忆海绵的许多材料中的一种或多种。换能器可以非常节能,例如,通过包括节能的电磁平衡电枢,并且耦合至鼓膜的支撑件和换能器可以非常高效地发送声音。利用这种音频信号发送装置的听觉装置可以具有多个优点,诸如更长的电池寿命、更小的电池部件、更小的尺寸、以及增强的舒适感,同时还抑制或最小化反馈杂音和堵塞效果。支撑件和换能器可以被耦合,从而以许多方式接收音频信号,例如通过从放大器输出到换能器的有线的电导耦合,或通过无线信号传输,诸如电磁耦合和光耦合。

[0017] 在一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送音频信号的装置。该用户具有耳朵,耳朵包括鼓膜和在鼓膜脐处连接至鼓膜的锤骨。该装置包括换能器和支撑件。支撑件被配置为至少部分地放置在鼓膜上。当支撑件至少部分地放置在鼓膜上时,换能器在第一位置和第二位置与支撑件耦合以驱动鼓膜。

[0018] 在多个实施方式中,第一位置对应于耳朵的锤骨的至少一部分,第二位置对应于远离所述第一位置的位置,从而第一位置与第二位置间隔至少约1mm。第一位置可以对应于耳朵的鼓膜脐。

[0019] 当支撑件放置在鼓膜上时,支撑件的第二位置可以对应于锤骨的外侧突或外耳道的骨性部中的至少一个。支撑件的第二位置可以对应于锤骨的外侧突。换能器可以具有在第一位置和第二位置之间延伸的伸长尺寸,其中换能器的伸长尺寸位于约2mm至约5mm的范围内。

[0020] 可选地,支撑件的第二位置可以对应于鼓膜的、远离锤骨的外侧突的位置以减少血液流动的干扰。换能器可以具有在第一位置和第二位置之间延伸的伸长尺寸,换能器的伸长尺寸可以位于约2mm至约5mm的范围内。

[0021] 支撑件的第二位置可以对应于所述外耳道的骨性部。换能器可以具有在第一位置和第二位置之间延伸的伸长尺寸,其中伸长尺寸位于约4mm至约10mm的范围内。支撑件的第二位置可以对应于外耳道的骨性部的、远离锤骨的部分以减少沿锤骨流向鼓膜的血液的干扰。

[0022] 在多个实施方式中,换能器包括质量中心并且换能器设置在支撑件上,从而当支撑件放置在鼓膜上时,换能器的质量中心对应于沿着鼓膜远离鼓膜脐的位置。例如,当支撑件放置在鼓膜上时,换能器可以在第一位置与第二位置之间朝着耳道的骨性部延伸。

[0023] 在多个实施方式中,支撑件在第一位置和第二位置与换能器耦合以支撑换能器。换能器可以包括可动结构,可动结构在第一位置耦合至支撑件并被配置为在第一位置响应于可动结构的运动而驱动鼓膜。

[0024] 在多个实施方式中,当换能器驱动鼓膜时,第二位置处的第二运动少于第一位置处的第一运动。当换能器驱动鼓膜时,第二位置处的第二运动可以不超过第一位置处的第一运动的75%。

[0025] 在多个实施方式中,该装置还包括在第一位置固定至支撑件的第一附接结构。例如,第一附接结构可以在第一位置嵌入支撑件以将该附接结构固定至支撑件。第一附接结构耦合至换能器的伸长的可动结构。例如,第一附接结构可以固定至伸长的可动结构。伸长的可动结构可以包括被配置为响应于音频信号而运动的簧片或电枢中的至少一个。

[0026] 在多个实施方式中,延伸结构从伸长的可动结构延伸至第一附接结构,从而将伸长的可动结构耦合至第一附接结构。该装置还可以包括在第二位置固定至支撑件的第二附接结构。延伸结构可以包括调谐结构或当耳朵被驱动时基本不弯曲的结构中的至少一个。例如,延伸结构可以包括调谐机构以响应于频率而对换能器的增益进行调谐,调谐结构可以在第一位置耦合至支撑件。延伸结构可以包括当耳朵被驱动时基本不弯曲的结构,例如杆,杆可以由被配置为使杆在耳朵被驱动时基本不弯曲的外科等级的不锈钢组成。延伸结构或第一附接结构中的至少一个可以包括顺应性材料以减少换能器的低频载荷,例如静载荷,以及减少当换能器通过支撑件耦合至鼓膜时的堵塞。顺应性材料可以包括粘弹性材料或粘性液体中的一种或多种。

[0027] 第二附接结构可以远离伸长的可动结构地耦合至换能器。伸长的可动结构可以沿着第一伸长尺寸延伸并且第二支撑件可以沿着垂直于第一伸长尺寸的第二伸长尺寸延伸。第一附接结构可以包括在第一位置嵌入支撑件的板、线圈、圆顶、三角架、或圆锥体中的至少一个。第二附接结构可以包括不超过约3mm的最大尺寸跨越。

[0028] 在多个实施方式中,支撑件成形为适合于用户的鼓膜以使换能器与鼓膜在预定方向上对齐。流体可以被放置在鼓膜与支撑件之间以耦合支撑件与鼓膜。换能器可以设置在

支撑件上,从而当支撑件放置在鼓膜上时,使换能器的伸长尺寸与用户的锤骨对齐。换能器包括被配置为响应于音频信号而运动的伸长结构。该伸长结构可以设置在支撑件上,从而当支撑件放置在鼓膜上时与用户的锤骨的柄对齐。支撑件可以具有对应于用户鼓膜的形状以使支撑件在预定方向上耦合至鼓膜。例如,支撑件可以具有根据用户鼓膜的模具的形状。换能器可以设置在支撑件上,从而当支撑件放置在用户的鼓膜上时,换能器的伸长尺寸沿锤骨的柄延伸。换能器可以设置在支撑件上,从而当支撑件放置在鼓膜上时,使换能器与锤骨的外侧突对齐。

[0029] 在多个实施方式中,换能器包括电磁平衡电枢换能器、压电换能器、磁致伸缩换能器、光致伸缩换能器、静电换能器、线圈或磁体中的至少一个。换能器可以包括电磁平衡电枢换能器,电磁平衡电枢换能器可以包括电枢被配置为响应于磁场而运动的电枢。电枢可以安置在支撑件上并且当支撑件放置在用户的鼓膜上时耦合至第一位置以平衡电枢。该装置还可以包括耦合至电枢和第一位置的延伸结构。延伸结构可以从电枢沿位于约0.5mm至约2.0mm范围内的距离延伸至第一位置,从而当支撑件放置在鼓膜上时,平衡所述电枢。延伸结构可以包括基本非柔性结构或调谐结构中的至少一个。

[0030] 在多个实施方式中,延伸结构或第一附接结构中的至少一个包括顺应性粘弹性材料以减少换能器的低频载荷(例如静载荷)以及当换能器通过支撑件耦合至鼓膜时的堵塞。例如,延伸结构可以包括顺应性材料,附接结构可以包括顺应性材料,或延伸结构和附接结构都可以包括顺应性粘弹性材料。顺应性材料可以包括弹性材料、粘性材料、或粘弹性材料中的一种或多种。

[0031] 电枢可以沿第一伸长尺寸延伸,延伸结构可以沿垂直于第一尺寸的第二伸长尺寸延伸。平衡电枢换能器可以包括具有质量、阻尼、刚度中的至少一个的电枢,质量、阻尼、刚度中的至少一个被配置为当支撑件放置在鼓膜上时与支撑件和鼓膜的质量、阻尼和刚度中的至少一个相匹配。

[0032] 在多个实施方式中,平衡电枢换能器适于当支撑件耦合至鼓膜时驱动支撑件。平衡电枢换能器可以适于通过与支撑件的输入机械阻抗相匹配的电枢输出机械阻抗、平衡电枢换能器的大小、平衡电枢换能器的长度、平衡电枢换能器的电阻抗、制造平衡电枢换能器的材料、耦合至平衡电枢换能器的电枢以使电枢恢复到中性位置的恢复部件的弹簧常数、环绕平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的匝数、平衡电枢换能器的惯性矩、位于支撑件对面以平衡支撑件的机械载荷的配衡质量、或环绕平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的直径中的至少一个的优化来驱动所述鼓膜。

[0033] 在多个实施方式中,换能器和支撑件可以被配置为在换能器的电功率输入不超过约1mW时、在10kHz下提供失真不超过5%且至少为80dB(SPL)的声音输出。在一些实施方式中,换能器和支撑件可以被配置为在换能器的电功率输入不超过约1mW时、在约100Hz至约10kHz范围内提供失真不超过5%且至少为80dB(SPL)的声音输出。

[0034] 在多个实施方式中,该装置还可以包括固定至换能器的主体的壳体和耦合至换能器以驱动换能器的电路。当支撑件放置在鼓膜上时,电路由支撑件支撑。支撑件、壳体、换能器和电路具有不超过约120mg的总质量,其中换能器设置在支撑件上,从而当支撑件设置在鼓膜上时,总质量在鼓膜脐处对应于不超过约60mg的质量。换能器的放置可以基本上减少用户所感知的堵塞。在一些实施方式中,支撑件、壳体、电路、和换能器具有不超过约80mg的

总质量,其中换能器安置在支撑件上,从而当支撑件设置在鼓膜上时,总质量在鼓膜脐处对应于不超过约40mg的质量。

[0035] 在多个实施方式中,该装置还包括:耦合至换能器的至少一个光电探测器。该至少一个光电探测器具有输出阻抗。换能器包括平衡电枢换能器,平衡电枢换能器具有输入阻抗。光电探测器的输出阻抗与平衡电枢换能器的输入阻抗相匹配。在多个实施方式中,该至少一个光电探测器包括光伏换能器。

[0036] 在多个实施方式中,换能器与线圈、电连接、输出放大器或声音处理器中的至少一个电耦合。

[0037] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送音频信号的方法。用户具有耳朵,耳朵包括鼓膜以及在鼓膜脐处连接至鼓膜的锤骨。该方法包括通过设置在鼓膜上的支撑件支撑换能器,以及通过远离鼓膜脐设置的换能器使支撑件和鼓膜振动。换能器可以在第一位置和第二位置耦合至支撑件。第一位置对应于鼓膜脐并且换能器从第一位置驱动鼓膜脐。第二位置远离第一位置,从而当换能器驱动鼓膜脐时,第二位置比第一位置运动的更少。

[0038] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送音频信号的方法。用户具有耳朵,耳朵包括鼓膜以及在鼓膜脐处连接至鼓膜的锤骨。将支撑件放置在用户的鼓膜上以将换能器耦合至鼓膜脐以驱动鼓膜。换能器在第一位置和第二位置耦合至支撑件。

[0039] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种制造向用户发送音频信号的装置的方法。用户具有耳朵,耳朵包括鼓膜。支撑件被配置为适合用户的鼓膜。换能器被安置成耦合至支撑件的第一位置和支撑件的第二位置。第一位置与第二位置间隔至少约1mm。支撑件可以通过模制形成以适合用户的鼓膜。

[0040] 换能器可以通过第一位置处的第一附接结构和第二位置处的第二附接结构固定至支撑件。

[0041] 在多个实施方式中,换能器包括伸长的可动结构,伸长的可动结构被配置为响应于磁场而运动。第一附接结构通过延伸结构,例如从第一附接结构延伸至伸长的可动结构的柱,固定至伸长的可用结构。伸长的可动结构可以包括簧片或平衡电枢换能器的电枢中的至少一个。

[0042] 在多个实施方式中,液体紧靠模具放置并且固化以形成支撑件。当液体固化时,换能器可以通过模具支撑。换能器可以包括平衡电枢,当液体固化时,换能器可以通过模具支撑以平衡电枢,从而当支撑件放置在用户的鼓膜上时平衡电枢。液体可以包括硅树脂、水凝胶或胶原中的至少一种。

[0043] 在多个实施方式中,换能器包括平衡电枢换能器,平衡电枢换能器被优化以驱动耦合至鼓膜的支撑件的载荷。可以通过优化平衡电枢换能器的大小、平衡电枢换能器的几何形状、平衡电枢换能器的电阻抗、制造平衡电枢换能器的材料、放置在换能器的磁体的磁极之间的腔室中的磁流体、耦合至平衡电枢换能器的电枢以使电枢恢复到中性位置的恢复部件的弹簧常数、环绕平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的匝数、或环绕平衡电枢换能器的电枢的线圈的线的直径中的至少一个来使平衡电枢换能器优化。

[0044] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送音频信号的装置,其中用户具有耳朵,耳朵包括鼓膜和锤骨。该装置包括换能器和支撑件。换能器被配置为驱动鼓

膜。支撑件被配置为至少部分地放置在鼓膜上以支撑换能器。

[0045] 在多个实施方式中,鼓膜包括环形物,支撑件被配置为至少部分地放置在鼓膜的环形物上以减少堵塞。

[0046] 在多个实施方式中,支撑件具有凹陷,凹陷的大小被设置为当支撑件至少部分地放置在鼓膜上时减少与沿锤骨的一部分设置的鼓膜的一部分的接触。凹陷的大小可以被设置为减少支撑件对流向鼓膜的血液的用户可察觉的干扰。

[0047] 在多个实施方式中,支撑件被配置为以预定方向耦合鼓膜以将凹陷至少部分地设置在锤骨的一部分上。

[0048] 在多个实施方式中,支撑件包括外部部分并且换能器耦合至外部部分以减少堵塞,凹陷至少部分地延伸至外部部分内。换能器可以包括固定至外部部分的外壳和振动结构。振动结构可以至少部分地放置在外壳内并且向内远离外部部分延伸以耦合至鼓膜的内部部分。内部部分包括鼓膜脐。

[0049] 在多个实施方式中,弹性结构或弹簧的中的至少一个耦合至外部部分和换能器,从而当外部部分至少部分地耦合至鼓膜时迫使换能器朝鼓膜运动并且将换能器耦合至鼓膜。

[0050] 在多个实施方式中,换能器耦合至远离凹陷的外部部分。

[0051] 在多个实施方式中,外部部分被配置为接触位于耳道的骨性部上的皮肤。

[0052] 在多个实施方式中,外部部分包括O形环,O形环的大小被设置为适合沿着鼓膜的周边,并且其中O形环包括凹陷。

[0053] 在多个实施方式中,该装置还包括至少一个电磁能接收器,该至少一个电磁能量接收器被配置为接收电磁能并且将电磁能转换为电能以驱动换能器。电磁能接收器固定至外部部分以减少堵塞并耦合至换能器以响应于电磁能而向用户发送声音。电磁能可以包括光并且该至少一个电磁能接收器可以包括至少一个光电探测器,该至少一个光电探测器固定至外部部分以减少堵塞并耦合换能器以响应于光而向用户发送声音。

[0054] 在多个实施方式中,至少一个光学部件固定至支撑件,并且朝着所述至少一个光电探测器定向,以使得来自所述光学部件的折射光、衍射光或反射光中的至少一个朝向所述至少一个光电探测器。光学部件可以包括一个或多个透镜、菲涅耳透镜,折射透镜、柱面透镜、衍射透镜、衍射光学件、反射表面、反射镜、棱镜。透镜阵列、透镜阵列、柱面透镜阵列、反射镜阵列或棱镜阵列。

[0055] 在多个实施方式中,支撑件包括内部部分,并且外部部分具有开口,开口的大小被设置为接收内部部分。内部部分可以被配置为耦合鼓膜的内部部分,例如靠近鼓膜脐,并且内部部分的大小被设置为小于开口以穿过开口耦合至换能器。

[0056] 在多个实施方式中,支撑件包括内部部分,并且外部部分具有开口,开口的大小被设置为接收伸长的可动结构,伸长的可动结构从换能器延伸至第二支撑件,从而穿过开口耦合换能器与第二支撑件。内部部分被配置为将鼓膜放置在内部部分上以驱动鼓膜。内部部分可以包括鼓膜脐。

[0057] 在多个实施方式中,换能器在支撑件上的某个位置耦合至支撑件,从而当支撑件放置在鼓膜上时,该位置被设置为远离锤骨的外侧突或外耳道的骨性部。

[0058] 在多个实施方式中,换能器包括可动结构,可动结构在内部位置处耦合至支撑件

并且被配置为响应于可动结构的运动而从内部位置驱动鼓膜。

[0059] 在多个实施方式中,支撑件被配置为在锤骨的一部分上沿着第一方向延伸并且沿着垂直于第二方向的第二方向延伸,支撑件在第一方向上具有第一长度并且在第二方向上具有第二长度,第一长度小于第二长度。支撑件可以在第一方向上延伸至凹陷,并且支撑件的外边界的一部分可以限定凹陷。换能器可以包括磁体,磁体固定至支撑件以使支撑件响应于磁场而振动。

[0060] 在多个实施方式中,换能器包括电磁平衡电枢换能器、压电换能器、磁致伸缩换能器、光致伸缩换能器、静电换能器、线圈或磁体中的至少一个。

[0061] 在多个实施方式中,换能器通过至少一个电导体电耦合至放大器电路,该至少一个电导体在换能器和放大器之间延伸,从而将换能器耦合至放大器。该装置可以包括模块,并且该模块可以包括麦克风、放大器电路和连接器。该模块的大小可以被设置为适合耳道,从而当模块设置在耳道中时,通过连接器耦合放大器电路与换能器。模块可以被配置为从连接器断开,从而当模块被移除时,支撑件设置在耳道中并至少部分地紧靠鼓膜。

[0062] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送音频信号的方法,其中用户具有耳朵,耳朵包括鼓膜和锤骨。提供支撑件,支撑件具有支撑在其上的换能器,以及大小被设置为减少与鼓膜的血管的接触的凹陷。将支撑件至少部分地放置在鼓膜上,并且将支撑件放置在鼓膜上,以使凹陷与鼓膜的血管对齐。

[0063] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送音频信号的装置,其中用户具有耳朵,耳朵包括鼓膜。该装置包括:换能器,可与被配置为驱动鼓膜;以及支撑件,包括外部部分和内部部分。外部部分包括阻挡器,阻挡器被配置为限制支撑件内侧位移到耳朵中,内部部分被配置为耦合换能器与鼓膜。

[0064] 在多个实施方式中,模块被配置为插入耳道中,其中模块包括麦克风、电源和耦合至麦克风的放大器电路。模块可以包括第一连接器,第一连接器被配置为接触第二连接器,第二连接器固定至支撑件以将模块的电路与支撑件上的换能器电耦合,从而当支撑件耦合至鼓膜时,模块能够被移除而不需要所述支撑件和换能器。可选地,模块可以包括换能器、阻挡器和支撑件,并且支撑件固定至模块的远端。

[0065] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送声音的装置,用户具有鼓膜。该装置包括:被配置为耦合至鼓膜的支撑件、第一换能器和第二换能器。第二换能器被配置为使支撑件的至少一个内部部分振动,从而当该至少一个内部部分耦合至鼓膜时发送声音。

[0066] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送声音的方法。向用户提供支撑件,并且支撑件耦合至第一换能器和第二换能器。通过第一换能器将支撑件的至少一个内部部分耦合至鼓膜。通过第二换能器使支撑件的至少一个内部部分振动,从而当至少一个内部部分耦合至鼓膜时发送声音。

[0067] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送声音的装置,所述用户具有鼓膜。该装置包括被配置为耦合至鼓膜的支撑件。换能器耦合至支撑件,并且顺应性结构耦合至支撑件和换能器以向用户发送声音。

[0068] 在多个实施方式中,顺应性结构被配置为当支撑件耦合至鼓膜时减少换能器的低频载荷并且当支撑件耦合至鼓膜时基本发送频率高于约1kHz的声音。

[0069] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向具有鼓膜的用户发送声音的方法。该方法包括将支撑件放置在鼓膜上以将换能器耦合至鼓膜。顺应性结构耦合至支撑件和换能器以向用户发送声音。

[0070] 在另一个方面,本发明的实施方式提供一种向用户发送音频信号的装置。该装置包括换能器装置和支撑件装置,支撑件装置耦合至换能器装置以响应于信号而使耳朵振动。

[0071] 附图的简要说明

[0072] 图1示出耦合有根据本发明实施方式的音频系统的输出换能器组件的耳朵的截面图;

[0073] 图1A示出适于放置图1的输出换能器组件的鼓膜的外侧的正视图;

[0074] 图1B示出适于对准图1的输出换能器组件的鼓膜的内侧的正视图;

[0075] 图1C示出耦合至鼓膜的图1的输出换能器的侧视图;

[0076] 图1D和图1E示出耦合到鼓膜外侧的图1的输出换能器的正视图;

[0077] 图1F示出耦合到鼓膜和耳道的图1的输出换能器的侧视图;

[0078] 图2示出根据本发明的实施方式的输出换能器的平衡电枢换能器的截面图;

[0079] 图2A和图2B示出耦合到鼓膜的图2的平衡电枢换能器的侧视图;

[0080] 图2C 1至2C4示出图2和2A中的平衡电枢换能器的侧视图;

[0081] 图3示出根据本发明的输出换能器的平衡电枢换能器的截面图;

[0082] 图3A和3B示出耦合到鼓膜的图3的输出换能器的侧视图;

[0083] 图4示出根据本发明实施方式的耦合到平衡电枢换能器的光电输入换能器;

[0084] 图4A示出根据本发明实施方式的电感地耦合到平衡电枢换能器的输入换能器;

[0085] 图4A1示出位于耳道中的如图4A的线圈;

[0086] 图4B示出根据本发明实施方式的利用连接器连接至平衡电枢换能器的输出换能器;

[0087] 图5A、5B和5C示出根据本发明的实施方式的电枢柱端部;

[0088] 图5A1、5B1和5C1分别示出图5A、5B和5C的电枢柱端部的俯视图;

[0089] 图5D示出电枢上与簧片/柱相反的用于反平衡支撑件及从电枢到支撑件延伸的结构的的质量的质量;

[0090] 图6A、6B和6C示出根据本发明实施方式的电枢簧片柱;

[0091] 图7示出根据本发明实施方式制造音频系统支撑件的方法的示意图;

[0092] 图8A示出根据本发明实施方式的、沿着锤骨延伸入鼓膜的血管,锤骨可用于确定支撑件中凹槽的形状;

[0093] 图8B示出根据本发明实施方式的支撑件,其包括短尺寸和伸长尺寸以限定凹陷;

[0094] 图8C示出根据本发明实施方式的支撑件,其包括具有有限定凹陷的形状的凹面;

[0095] 图8D示出根据本发明实施方式的支撑件,其具有凹陷和至少一个结构以将换能器耦合至鼓膜;

[0096] 图8D1示出具有在靠鼓膜放置之前、卸载配置下的至少一个结构的图8D的支撑件;

[0097] 图8D2示出当支撑件靠住鼓膜时,具有至少一个处于加载配置下的结构的图8D的支撑件;

- [0098] 图8D3示出包括至少一个迫使支撑件向着鼓膜移动的结构的柱；
- [0099] 图8E1示出支撑件的内视图,该支撑件具有外部和内部,外部包括O形环和从O形环延伸出的凸缘,外部至少部分地设置在包括环的鼓膜的外部上,内部设置在鼓膜的内部上以利用内部驱动鼓膜；
- [0100] 图8E2示出如图8E1中的组件的侧视图；
- [0101] 图9A示出根据本发明实施方式,延伸至皮肤的支撑件,皮肤至少部分地设置在骨性突起上并包括至少部分沿耳道延伸的例如凸缘的结构；
- [0102] 图9B示出根据本发明实施方式的支撑件,其包括至少一个基本横跨鼓膜延伸的刚性结构,例如设置相应于基本设置在耳道相对侧的皮肤的支撑件上；
- [0103] 图9B1示出第一配置下的如图9B中的支撑件的侧视图；
- [0104] 图9B2示出处于耦合至鼓膜的第二配置下的如图9B中的支撑件的侧视图；
- [0105] 图9C1和9C2分别示出根据本发明实施方式的、包括至少一个通过枢轴耦合器耦合至换能器的刚性结构的支撑件的侧视图和俯视图；
- [0106] 图9D2示出根据本发明实施方式,当支撑件耦合至鼓膜时换能器通过粘性液体耦合至支撑件以抑制换能器和堵塞的低频载荷,例如静力载荷；
- [0107] 图9E示出当支撑件耦合至如图9D1和9D2中的鼓膜时,作为频率的函数以抑制低频载荷(例如换能器的静载荷)和堵塞的耦合；
- [0108] 图10示出根据本发明实施方式的包括电磁换能器的支撑件,电磁换能器接收电磁能量以驱动换能器；
- [0109] 图11示出根据本发明实施方式包括凹陷和磁体的支撑件；
- [0110] 图12A示出根据本发明实施方式的包括波纹管(bellows)的壳体,其中耦合至波纹管的刚性结构穿过波纹管延伸以利用刚性结构的纵向运动将换能器耦合至支撑件；
- [0111] 图12B示出根据本发明实施方式的被配置为枢轴转动并固定铁磁流体以增加增益的平衡电枢；
- [0112] 图13示出根本本发明实施方式的支撑件,该支撑件包括环形连接器,环型连接器将模块嵌入耳道内以利用模块的电路将换能器电耦合在支撑件上；以及
- [0113] 图14示出根据本发明实施方式的示例性的输出换能器的输出响应。

具体实施方式

[0114] 本发明的实施方式可提供听觉装置,其直接耦合至鼓膜或小骨中的至少一个,使得用户通过最小的堵塞和反馈以及改进的音频信号传输来感知声音。本申请中所描述的系统、装置和方法可找到用于听觉装置的应用,例如开放式耳道助听器。虽然以助听系统作为具体参照,但本发明的实施方式可用于例如光学地或电磁地接收音频信号并将其转换为机械输出的各种应用中。

[0115] 如本申请中所使用的,鼓膜的鼓膜脐包围鼓膜的耦合至锤骨且沿耳道最中间延伸的中心部分。

[0116] 图1示出耳朵的解剖结构以及根据本发明的实施方式的包括耦合至耳朵的输出换能器组件(assembly)100的音频信号传输系统10。外耳包括耳廓P和耳道EC的外侧部分。耳道EC包括侧部的软骨性部CP和中间的骨性部BP。耳道EC的软骨性部CP具有弹性且通常在口

腔运动过程中运动。耳垢由耳道的软骨性部CP产生。耳道的体部BP具有非常薄的皮肤层并且对于触摸是敏感的。口腔的运动不会使耳道的骨性部BP运动。在耳道EC的内侧端是耳膜或鼓膜TM。声音可引起鼓膜TM振动,例如,鼓膜TM在第一方向111和与第一方向111相反的第二方向113上的运动。鼓膜TM的振动可使小骨OS振动,小骨OS又可使耳蜗CO内的流体振动以引起声音的感知。

[0117] 输出换能器组件100可具有耦合至鼓膜TM的装置的至少一部分。输出换能器组件100可包括输出换能器130,输出换能器130位于支撑件上并且配置为响应于音频信号而振动。基于接收的信号,输出换能器组件100可使鼓膜TM在相反的第一方向111和第二方向113振动以产生声音输出。接收的信号通常基于原始的声音输入并且可来自例如LED或激光二极管的光源、电磁体、射频源或其它。为了在鼓膜TM上产生机械振动,输出换能器组件100可包括响应于电磁体的线圈、磁致伸缩元件、光致伸缩元件、压电元件、电磁平衡电枢或其它元件。当适当地耦合至受听者的听力传导路径时,由音频信号传输装置所导致的机械振动可诱发受听者的神经脉冲,受听者的神经脉冲能被受听者解释为原始的声音输入。

[0118] 听觉系统10可包括输入换能器组件,例如完全置于耳道内的构件或位于耳后的构件20。位于耳后的构件20可包括系统10的许多部件例如语音处理器、电池、无线传输电路或其它部件。输出换能器组件100通常配置为从输入换能器组件例如位于耳后的构件20接收信号。位于耳后的构件20可包括许多部件,如在题为“Output transducers for hearing systems(用于听觉系统的输出换能器)”的公开号为2007/0100197的美国专利、以及题为“Hearing system having improved high frequency response(具有改进的高频响应的听觉系统)”的公开号为2006/0251278的美国专利中所描述的那些。输入换能器组件可至少部分地位于耳廓P之后或其它位置,例如在耳廓P中或全部位于耳道EC内。输入换能器组件可接收声音输入,例如音频声音。对于听力受损的个体的助听器,输入可为周围的声音。输入换能器组件包括输入换能器例如麦克风22,其可位于许多位置,例如,如果合适的话位于耳后。麦克风22被显示为位于耳道EC内接近其开口的位置,以探测来自周围声音的空间定位线索。输入换能器组件可包括合适的放大器或其它电子接口。由输入换能器组件接收的输入可包括来自声音产生或接收装置例如电话、蜂窝电话、蓝牙连接、收音机、数字音频装置等的电子声音信号。

[0119] 听觉系统10可包括信号输出源12。信号输出源12可基于声音输入产生输出。输出源12可包括例如LED或激光二极管的光源、电磁体、射频源或其它。信号输出源可基于声音输入产生输出。包括输出换能器130的输出换能器组件130可接收输出源并且可响应地产生机械振动。输出换能器130可包括响应于电磁体的线圈、磁致伸缩元件、光致伸缩元件、压电元件或其它元件。当适当地耦合至受听者的听力传导路径时,由输出换能器130引起的机械振动可诱发受听者的神经脉冲,听者的神经脉冲能被受听者解释为原始的声音输入。

[0120] 图1A和图1B示出适合输出换能器组件100放置的耳朵的结构。图1A示出鼓膜TM的侧部的这些结构,图1B示出鼓膜TM的内侧的这些结构。鼓膜TM连接至锤骨ML。锤骨ML包括头部H、柄或柄状突起MA、外侧突LP、以及末端T。柄状突起MA设置在头部H与末端T之间并且耦合至鼓膜TM,使得锤骨ML随着鼓膜TM的振动而振动。

[0121] 图1C示出适合与输出换能器组件100对齐的鼓膜TM和小骨OS的结构。小骨OS包括锤骨ML、砧骨IN和镫骨ST。鼓膜TM包括鼓膜脐UM。

[0122] 图1D示出具有耦合的输出换能器组件100的鼓膜TM侧部。如图1C和图1D所示,输出换能器100包括换能器130和支撑件120。一般地,换能器130被定位在支撑件120上以远离鼓膜脐UM延伸。如图1D所示,换能器130可以是定位在支撑件120上的伸长结构,使得换能器130远离鼓膜脐UM延伸并且与锤骨ML对齐,例如,通过沿锤骨ML的柄或柄状突起MA延伸。流体140可设置在鼓膜TM与支撑件120之间以耦合支撑件120和鼓膜TM。流体140可例如为油、矿物油、硅油、疏水性液体或其它。

[0123] 换能器130在第一位置131和第二位置133耦合至支撑件120。第一位置131可与鼓膜脐UM的位置相对应,并且与第二位置133间隔至少约1mm。如图1D所示,第二位置133可与锤骨ML的短或外侧突LP相对应。换能器130可包括在第一位置131与第二位置133之间延伸的伸长尺寸。伸长尺寸可落入约2mm至约4mm的范围内。支撑件120支撑鼓膜TM上的换能器130。支撑件120可包括与鼓膜TM形状相符合的支撑件、壳体、模具等。支撑件120可包括硅树脂、水凝胶、胶原或其它生物相容性材料。

[0124] 换能器130包括质量中心CM。换能器130可被定位在支撑件130上使得当支撑件位于鼓膜TM上时,换能器质量中心CM远离鼓膜脐定位在支撑件上。换能器可远离鼓膜脐延伸使得质量中心CM远离鼓膜脐被定位。例如,质量中心CM可远离鼓膜脐被定位使得质量中心与锤骨的柄对齐。换能器可远离鼓膜脐朝向耳道的壁延伸并且远离锤骨延伸,使得当支撑件抵靠耳道放置时,质量中心远离锤骨被定位在鼓膜脐与耳道的壁之间。

[0125] 可替换地,第二位置133被定位在支撑件上使得与外侧突LP相对应,支撑件的第二位置可与鼓膜的远离外侧突LP的位置相对应,从而减少血液流动的干扰。血管可在鼓膜TM内沿锤骨朝向鼓膜脐延伸。第二位置可被定位为与沿锤骨朝向鼓膜脐延伸的血管远离的鼓膜部分相对应。例如,第二位置133可定位在支撑件上以在前后方向、后前方向或低劣上等(inferior superior)方向沿鼓膜延伸。换能器可包括在第一位置与第二位置之间延伸的伸长尺寸,并且换能器的伸长尺寸可落入约2mm至约5mm的范围内。

[0126] 图1E和图1F示出换能器130远离鼓膜脐UM朝向耳朵的其它部分延伸的实施方式。图1E示出小骨OS和鼓膜TM的结构。图1F示出具有耦合的输出换能器组件100的鼓膜TM的侧部。第一位置131可与鼓膜TM上的位置相对应,例如,鼓膜脐或外侧突LP。皮肤SK位于骨性部BP与耳道EC之间,使得皮肤的外表面限定耳道的外边界。第二位置133可与耳道EC的骨性部BP的骨组织相对应。在第一位置131与第二位置133之间延伸的伸长尺寸可落入约4mm至约8mm的范围内。将装置衔接至鼓膜TM的具体衔接点在先前的美国专利第5,259,032号和第6,084,975号中进行了描述,此处通过引用将其全部内容并入本文,并且其适合于与本发明的一些实施方式相结合。

[0127] 换能器130可远离鼓膜脐UM延伸并且远离鼓膜的可见血管延伸,从而减少可沿锤骨延伸的血管的干扰。

[0128] 输出换能器组件100可非常高效节能。换能器130和支撑件120可被配置为在向换能器130输入不超过约1mW的电功率、在10kHz下失真不超过5%的情况下提供至少80dB(SPL)的声音输出。换能器130和支撑件120可配置为在向换能器130输入不超过约1mW的电功率、在从约100Hz至约10kHz下失真不超过5%的情况下提供至少80dB(SPL)的声音输出。这些效率的量可在输出换能器组件耦合(例如本文中描述的光学耦合、电磁耦合或电耦合中至少一种)至输入换能器组件时,延长输出换能器组件100的电池寿命。

[0129] 现在参照图2,输出换能器组件100的换能器130可包括电磁平衡的电枢换能器230。平衡电枢换能器230包括永磁体245和平衡电枢250。平衡电枢250围绕枢轴点252枢转且被线圈255缠绕。线圈255通过线260连接至输入元件270。输入元件270可包括至少一个光电探测器、线圈、以及电连接器或其组合。输入元件270包括可配置为接收并处理来自外部输入单元的输入信号的电路。输出换能器组件100还可包括壳体240和平衡电枢换能器230,平衡电枢换能器230通常刚性地固定至壳体240。平衡电枢250可包括簧片280,例如延伸出壳体240的簧片。在许多实施方式中,电枢的簧片包括由硬材料的细条组成的振动器,其响应于磁场而振动。簧片280耦合至簧片柱285。簧片280可沿第一尺寸延伸,而簧片柱285可沿与第一尺寸偏离的第二尺寸延伸。如图2所示,簧片柱285可垂直于簧片280,可以其它角度延伸。簧片柱285可具有如下文所述的挠性部件。簧片柱285的端部287通常比簧片柱285的其余部分宽,并且通常被配置为在第一位置131耦合至支撑件120。簧片柱285可沿约0.5mm至约0.5mm的距离从电枢延伸至第一位置131,并且在支撑件放置在鼓膜TM上时使簧片280和电枢250平衡。平衡电枢换能器230可包括来自依塔斯卡Knowles Electronics,IL以及丹麦Sonion A/S或类似供应商的商用平衡电枢换能器。

[0130] 平衡电枢250可在永磁体245的磁场中准确地居中或“平衡”。如图2所示,平衡电枢250在永磁体245的磁极之间平衡。平衡电枢250耦合至壳体240或平衡电枢换能器230的另一部件,使得绕着平衡电枢250的中心部分枢转。当输入元件270接收到输入信号时,输入元件279产生通过线圈255的电流,将平衡电枢250在第一极化磁化。永磁体245和磁化的平衡电枢250之间的磁吸引和排斥导致磁化的平衡电枢250以如图2所示的方向254稍稍转动。电流可流过线圈255以通过与第一极化相反的第二极化磁化平衡电枢250,导致平衡电枢250以相反的方向稍稍转动。电枢250的转动使簧片280运动,由此以相反的方向290驱动簧片柱285。当柱的端部287耦合至支撑件120时,簧片柱285驱动且使鼓膜TM振动。如上所述,支撑件120可在通常与鼓膜脐UM相对应的第一位置131耦合至鼓膜TM。可以是缓冲弹簧或弹性元件的恢复部件261可设置为在平衡电枢250不再被磁化时,即,电流不再流过线圈255时,将平衡电枢250恢复至准确地居中或位于“平衡”位置。恢复部件261可将平衡电枢250耦合至永磁体245。

[0131] 图2A和图2B示出耦合至支撑件120的包括平衡电枢换能器230的换能器130。图2A的实施方式示出位于支撑件上的平衡电枢换能器,该换能器在远离鼓膜脐的位置处支撑在鼓膜TM上,而图2B的实施方式示出平衡电枢换能器,平衡电枢换能器位于支撑件上,使得该换能器由耳道的具有设置在支撑件与骨性部BP之间的皮肤的骨性部BP支撑。

[0132] 如图2A所示,壳体240的部分242可在第二位置133耦合至支撑件120,第二位置133与锤骨ML的外侧突LP相对应。

[0133] 当耦合至鼓膜TM上的支撑件而簧片柱285与第一位置131相对应并且壳体240的部分242与第二位置133相对应时,换能器130可通过引起簧片柱285在相反方向290的运动来驱动鼓膜。上述运动可导致壳体240的部分242在方向292的运动,方向292通常为与方向290相反的方向。部分242的运动可少于簧片柱285的运动。例如,在换能器130驱动鼓膜时,部分242的运动可不超过簧片柱285的运动的约75%。

[0134] 如图2B所示,第二位置133可定位在支撑件120上,从而与耳道EC的具有设置在骨性部BP与支撑件之间的皮肤的骨性部BP的骨组织相对应。当支撑件位于鼓膜上时,支撑件

120可被确定尺寸以从鼓膜脐至少延伸至耳道的骨性部BP。支撑件可成形以符合耳道的骨性部BP。将第二位置133布置在支撑件上从而与骨性部BP相对应,这可减少感知的堵塞。耳道附近的组织还可包括设置在耳道皮肤SK下的软骨组织CT。关于本发明的实施方式的工作建议将换能器放置在支撑件上以与骨性部BP相对应,这可为换能器提供支撑。

[0135] 图2C1至图2C4示出如图2和图2A所示的平衡电枢换能器的视图。图2C1示出包括平衡电枢换能器230的系统100的等距视图。图2C2示出图2C1中示出的平衡电枢换能器的顶视图。图2C3示出放置在鼓膜TM上的平衡电枢换能器的侧横截面视图,其中,侧横截面视图是沿图2C2中的A-A切割的。图2C4示出图2C1的等距视图的剖视图。平衡电枢换能器230包括电枢250。电枢250包括簧片280。簧片280可包括由硬材料的细条组成的振动器,其振动以产生声音例如音调。簧片280通过支撑柱285耦合至支撑件120。线圈255可围绕电枢250定位以响应于通过线圈的电流而驱动电枢。旁轭282可围绕磁体245延伸以限定腔室286。由旁轭282限定的腔室286可包括设置在磁体的两极之间的磁流体284来改进从平衡电枢换能器至鼓膜上的支撑件的能量传输及效率。磁流体284可包括液体中悬浮的磁性颗粒,其在磁场的存在下被强烈极化。磁流体可包括由悬浮在载体流体如有机溶剂或水中的纳米铁磁颗粒或铁磁颗粒中的至少一种组成的胶体混合物。

[0136] 如图3所示,簧片280仍可全部保持在壳体240中。簧片柱285可延伸出壳体240。如图3A所示,壳体240的部分242可在与锤骨ML的外侧突LP相对应的第二位置133耦合至支撑件120。或者,第二位置133可与如图3B所示的耳道EC的骨性部BP的骨组织相对应。

[0137] 换能器130可包括其它换能器,例如响应于电磁体的线圈、磁致伸缩元件、光致伸缩元件、压电元件。这些换能器仍可刚性地固定在壳内并且具有簧片或延伸出壳体的簧片柱中的至少一个。换能器130、支撑件120、柱185、壳体40以及输入元件270的总质量可包括总质量。可选择并且布置这些部件以将堵塞最小化或减少堵塞并且为用户提供舒适度。在一些实施方式中,换能器130、支撑件120、柱185、壳40以及输入元件270的总质量可不超过约120mg,例如当支撑件配置为延伸至骨性部BP以支撑换能器时。上述实施方式的120mg的有效总质量可与集中在鼓膜脐上的不超过60mg或更少的质量相对应。换能器130、支撑件120、柱185、壳40以及输入元件270的总质量可包括不超过约70mg,例如当换能器定位在支撑件上使得第二位置与外侧突LP相对应时,从而总质量与集中在鼓膜脐上的不超过35mg或更少的质量相对应。换能器130、支撑件120、柱185、壳40以及输入元件270的总质量可包括不超过80mg,例如当换能器定位于支撑件上使得第二位置与外侧突LP相对应时,从而总质量与集中在鼓膜脐上的不超过40mg或更少的质量相对应。例如,总质量可包括约40mg并且与集中在鼓膜脐上的约20mg相对应。

[0138] 现在参照图4,在一些实施方式中,换能器130可与可包括光伏式换能器470的输入单元和/或元件270光学耦合。光伏换能器470可包括第一光电探测器421和第二光电探测器422。第一光电探测器421和第二光电探测器422可通过线(wire)260耦合至线圈255。第一光电探测器421和第二光电探测器422可基于它们接收的光信号驱动电流通过线圈255。这样的光信号可来自如上所述完全位于耳道内的装置或位于耳后的装置的光源,例如激光二极管或LED。第一光电探测器421可接收光信号的功率(power)成分,而第二光电探测器422可接收光信号的音频信号成分,反之亦然。可替换地或以结合的方式,第一光电探测器421和第二光电探测器422均可接收光信号的唯一成分,其中每个探测器向接收器提供功率和音

频信号。第一光电探测器421和第二光电探测器422可包括至少一种光伏材料,例如晶体硅、非晶硅、微晶硅、黑硅、碲化镉、铜铟镓硒等。在一些实施方式中,光电探测器421或光电探测器422中的至少一个可包括黑硅,例如在美国专利第7,354,792号和第7,390,689号中所描述的以及商用的来自麻萨诸塞州的Beverly公司的SiOnyx。黑硅可包括由利用原子能级改变的半导体工艺制成的浅结光子,原子能级改变发生在由高强度激光器例如飞秒激光器辐照的材料中,飞秒激光器使目标半导体暴露在尽可能短的如十亿分之百万分之一秒的高强度脉冲下。遭受这些强烈的局部能量事件的晶体材料可进行转变,使得原子结构变为在基体重结晶时突然无序以及新的化合物被“锁定”。当应用到硅时,结果可为高掺杂、不透光的浅结接口,其通常对光线比传统的半导体材料更为敏感。用于听觉装置的光伏换能器还在题为“Optical Electro-Mechanical Hearing Devices With Combined Power and Signal Architectures(具有联合功率及信号架构的光学电-机械听觉装置)”(代理人案号026166-001800US)的美国专利申请第61/073,271号,以及题为“Optical Electro-Mechanical Hearing Devices with Separate Power and Signal(具有分离的功率和信号的光学电-机械听觉装置)”(代理人案号026166-001900US)的美国专利申请第61/073,281号,此处通过引用将其全部内容并入本文并且适合于与本文所描述的一些实施方式结合。

[0139] 现在参照图4A和图4A1,在一些实施方式中,包括换能器130的换能器组件100可通过来自输出换能器组件的第一线圈480电磁耦合至输入单元和/或元件270。换能器组件100的输入装置和/或元件270可包括第二线圈482。第一线圈480和第二线圈482电感地耦合在一起。通过线260,第二线圈482耦合至换能器130的线圈255以驱动电流从其通过。

[0140] 现在参照图4B,在一些实施方式中,包括换能器130的换能器组件100可通过连接器495和线260电耦合至输入换能器组件例如BTE装置20。

[0141] 图5A至图5C1示出根据本发明的实施方式附接至换能器130的簧片柱285的端部的结构例如锚。附接至簧片柱285的端部的附接结构在第一位置131将换能器130耦合至支撑件120。如图5A和图5A1所示,附接结构517可包括平板。如图5B和图5B1所示,附接结构527可包括线圈。如图5C和图5C1所示,附接结构的示例端部537可包括圆锥体。一般地,附接至簧片柱285的附接结构被成形以符合第一位置131处的支撑件120,并且包括少于3mm的直径。类似的附接结构还可设置为在第二位置133处耦合壳体240的部分242。

[0142] 图5D示出位于相反的簧片/柱上的电枢上的相反质量以将支撑件和从电枢延伸至支撑件的结构的质量反平衡。这附加的质量可围绕枢轴对称地平衡电枢以优化传输至支撑件的能量。电枢还可通过改变枢轴的位置被平衡,从而使电枢与置于鼓膜上的支撑件的载荷平衡。

[0143] 图6A至图6C示出了换能器130的柱。这些柱可包括调谐结构以响应于频率调谐换能器的增益。例如,这些调谐结构可响应于具体的听力频率下的振动而共振,这可产生这些频率下的输出换能器组件100的输出振幅中的增益。如图6所示,柱615可包括一个或多个弯曲的线调谐结构616、616'。如图6B所示,柱可包括线圈弹簧调谐结构625。如图6C所示,柱可包括平的弹簧调谐结构635。

[0144] 可替换地或与柱和/或调谐结构结合,支撑件可包括舒适的材料来降低或抑制换能器针对鼓膜的预载荷。例如,舒适的海绵材料例如粘弹性记忆泡沫可耦合至支撑件和柱

和/或调谐结构,从而降低或抑制换能器针对鼓膜的静预载荷。可替换地或以结合的方式,舒适的海绵材料可包括医用硅泡沫。舒适的海绵材料可吸收换能器柱的静预负荷而基本上不改变可听到的听力范围动态频率响应特性,例如不超过约3dB变化的动态频率响应。降低或限制低频载荷例如静载荷的舒适结构可增加用户舒适度,例如当支撑件与鼓膜接合时以及舒适结构将形状从第一无载荷配置改变至第二静载荷配置,从而降低或抑制鼓膜上的压力。例如,簧片柱285的端部287可包括舒适的海绵材料以在第一位置131耦合至支撑件120。支撑件120还可包括例如舒适的海绵材料。

[0145] 如图7所示,本发明的实施方式还可提供制造将音频信号传输至用户的装置例如输出换能器组件100的方法700。步骤710将模制液体灌入用户的耳道。步骤720使模制液体固化以形成用户耳道的模具。步骤730将模制液体抵靠形成的模具放置。步骤740使模制液体固化以形成支撑件120。步骤750定位换能器130以耦合至支撑件120,例如耦合至第一位置131以及用第二附接结构在第二位置133固定至支撑件。模制液体可包括硅胶、水凝胶或胶原中的至少一种。

[0146] 图8A示出沿锤骨ML延伸到鼓膜TM内的血管VE,可用于限定支撑件中凹陷的形状。鼓膜TM包括环形物TMA。环形物TMA包括鼓膜TM的外部部分。环形物TMA在解剖学上设置在鼓膜沟TMS上。鼓膜沟TMS可自然发生在用户的骨头中,并且可固定至鼓膜TM的环形物TMA。环形物TMA可在某种程度上为非圆形并且可至少围绕鼓膜TM的外边界的一部分圆周地延伸。在锤骨ML附近可能不能良好地限定环形物TMA。支撑件可被配置为至少部分地放置在鼓膜TM的环形物TMA上,从而降低或抑制堵塞。支撑件可配置有凹陷来减少与包括沿锤骨延伸的血管组织的接触。凹陷可在鼓膜TM的边缘附近至少向内延伸,例如具有凹度。支撑件还可基于如上所述的用户的耳朵的模具来配置。

[0147] 图8B示出包括短尺寸812和伸长尺寸814以限定凹陷810的支撑件。换能器130可在第一位置131和第二位置133耦合至支撑件。换能器130可包括具有上述壳体240的平衡电枢换能器230。第二位置133可设置在支撑件120的外部位置,从而在外部位置耦合至鼓膜TM以降低或抑制堵塞。例如,如上所述,第二位置133可被定位以与环形物TMA内的鼓膜TM的外部、包括环形物TMA的鼓膜TM的外部、或设置在骨性突起BP上的皮肤的一部分中的一个或多个相对应。第一位置131可在内部位置定位在支撑件上,从而耦合至鼓膜脐附近的鼓膜。第一位置131可被定位在支撑件上以耦合至鼓膜脐上的鼓膜,如上所述。可替换地或以结合的方式,第一位置可在内部位置定位在支撑件上,从而在设置为至少部分与延伸至鼓膜脐的血管远离的内部位置耦合至鼓膜,例如与延伸至鼓膜脐的血管距离约1mm。

[0148] 如上所述,输入元件270可刚性地耦合至组件100的壳体240,使得输入由壳体240支撑。可替换地或以结合的方式,输入元件可固定至支撑件。

[0149] 图8C示出包括凹形表面以限定具有通道810C的凹陷810的支撑件120。支撑件120可根据上述的用户的耳朵的模具来配置,通道810C可被形成以接受包括至少部分沿柄状突起延伸的血管VE的鼓膜TM的组织。例如,材料可被放置在用户鼓膜的模具上并且附加材料定位在模具上以限定通道,然后支撑件可根据模具和附加材料制成以制造具有通道810C的支撑件120。

[0150] 图8D示出具有凹陷810和至少一个结构820以将换能器耦合至鼓膜的支撑件120。

至少一个结构820包括第一端822和第二端824。第一端822可固定至换能器130而第二端824可固定至支撑件,从而使至少一个结构迫使换能器130朝向鼓膜TM运动以将换能器耦合至鼓膜。换能器130可包括上述具有壳体240的平衡电枢换能器230。

[0151] 支撑件120可以许多方式被配置以将换能器130耦合至鼓膜。支撑件120可配置有包括内部部分和外部部分的单一模制部件,其中内部部分和外部部分均被配置为与鼓膜接触,如上所述。可替换地,支撑件120可包括两个或多个部件,其均被配置为与鼓膜接触。支撑件120可包括外部部件830和内部部件840。外部部件830可包括凹陷810,并且制成用户耳朵的尺寸。例如,外部部件830可包括用户耳朵的尺寸的O形环。在一些实施方式中,被确定尺寸的O形环可被切割以形成凹陷810,使得O形环包括C形环。换能器130可在第二位置133固定至外部部件830,使得第二位置133与鼓膜TM的环形物TMA的一部分相对应。内部部件840可被确定尺寸以与外部部件830的内侧相符。例如外部部件830可包括具有一尺寸跨越的开口832,内部部件840可包括小于开口的尺寸的尺寸跨越,使得内部部件840与开口内部相符。换能器130可通过结构耦合至包括第一位置131的内部部件840,其中,结构例如为耦合至平衡电枢换能器的柱285的簧片280,如上所述。柱285可延伸通过开口832以将换能器130耦合至支撑件120的内部部件840。柱和簧片可包括许多结构例如刚性结构。可替换地或以结合的方式,柱285可包括具有细线,细线的横截面被确定尺寸以响应于簧片280的运动而使鼓膜TM运动。

[0152] 如上所述,输入元件270可刚性地耦合至组件100的壳体240,使得输入由壳体240来支撑。可替换地或以结合的方式,输入元件可固定至支撑件。

[0153] 图8D1示出具有至少一个结构的图8D的支撑件,其处于针对鼓膜放置前的无载荷配置。支撑件120的内部部件840从支撑件120的外部部件830延伸第一距离L1。外部部件830可包括配置用于针对设置在耳道EC的骨性部BP上的皮肤SK的远端部分的鼓膜的至少一个外部部分放置的阻挡器,使得将内部部件840至鼓膜TM的耦合在期望配置例如预定配置中发生。

[0154] 图8D2示出具有至少一个结构的图8D的支撑件,其处于针对鼓膜定位时的载荷配置。支撑件120的内部部件840从支撑件120的外部部件830延伸第二距离L2,使得第二部件840对鼓膜TM施加力F。当支撑件耦合至鼓膜时,如上所述,柱285可包括顺应性(conformable)的泡沫结构以降低或限制低频载荷,例如静载荷。可替换地或以结合的方式,内部部件840可为顺应性的泡沫材料以降低或抑制低频载荷,例如静载荷,如上所述。

[0155] 至少一个结构820可包括配置为将换能器耦合至鼓膜的许多结构。例如,至少一个结构820可包括弹簧或弹性材料或其组合。例如,弹簧可包括板弹簧或线圈弹簧。至少一个结构820可包括弹性材料,例如配置为当支撑件定位在鼓膜上时朝向鼓膜伸展且拉伸换能器的硅弹性体。至少一个结构可包括配置为跨越整个支撑件延伸至其另一侧的平行支杆(struts)。换能器130可围绕第二位置133枢转以耦合至鼓膜。可替换地或以结合的方式,柱285可包括至少一个结构820,如图8D3所示。至少一个结构820可包括一个或多个调谐结构,如上所述。

[0156] 支撑件120的上述结构可以多种方式被配置以有效地将换能器130耦合至用户的耳朵。平衡电枢换能器的质量可包括可远离鼓膜脐被定位的质量中心,如上所述。由至少一个结构820施加的力可基于实际研究来确定,从而抑制堵塞并且基本上将换能器耦合至鼓

膜。例如,换能器的质量与至少一个结构的力可被确定以基本上使耦合至鼓膜的换能器的阻抗与鼓膜的阻抗匹配,使得能量传输是有效的。至少一个结构的力可配置为将换能器耦合至鼓膜,例如,在支撑件的内部位置处在支撑件与鼓膜之间没有设置流体的情况下,尽管流体可被使用。

[0157] 图8E1示出包括具有外部部分830的支撑件120的组件100的内侧视图,外部部分830包括O形环830R和从O形环延伸的凸缘850。外部部分830被配置为至少部分地布置在包括环形物TMA的鼓膜的外部部分上。支撑件120包括内部部分840,其配置为布置在鼓膜的内部部分上以通过内部部分驱动鼓膜。O形环830R可制为用户耳朵的尺寸,例如选自多个O形环尺寸且符合用户的模具。凸缘可包括适合于支撑件120的许多材料,如上所述,并且由包括液体的流体耦合至耳朵,如上所述。例如,包括如硅树脂的液体的凸缘材料可设置在模具上以与外部部分830、定位且固化在液体材料上的O形环相对应。换能器可在第二位置133被固定至一个或多个O形环和凸缘,使得内部部分840基于模具与鼓膜的内部部分的期望位置相对应。第二位置133可与远离锤骨ML和沿锤骨延伸的鼓膜TM的血管VE的环状物的一部分相对应。支撑件材料可设置在模具上以与内部部分840相对应,并且与延伸至其的柱285一起固化。关于实施方式的工作建议远离锤骨定位第二端部133可足以基本上降低或抑制用户的与血管VE相关的可察觉的噪声,预期在至少一些实施方式中,支撑件可能不包括凹陷。外部可选地由凹陷810和定位在模具上的材料形成,从而将凹陷810形成为远离鼓膜脐横向延伸的凹状。可替换地或以结合的方式,包括O形环830R的外部部分830可在与锤骨或血管VE相对应的位置切割,从而形成C形环。基于本文中所述的教导,本领域普通技术人员可对患者进行实际研究以确定第二位置133的定位以及凹陷是否有帮助并且存在凹陷时凹陷的位置。

[0158] 如上所述,输入元件270可牢固地耦合至组件100的壳体240,使得输入由壳体240支撑。可替换地或以结合的方式,输入元件可固定至支撑件。

[0159] 图8E2示出图8E1中所示组件的侧视图。换能器830可耦合至外部部分830,并且被确定尺寸使得内部部分840与鼓膜的预期内部部分相对应。例如,内部部分830可与鼓膜脐相对应。可替换地,内部部分830可对应于与鼓膜脐分离的鼓膜TM的内部部分。基于本文中所述的教导,本领域的普通技术人员可确定耦合至鼓膜内部部分的内部部分840的适合配置,从而耦合至鼓膜TM并且降低来自沿锤骨ML延伸的血管的干扰。

[0160] 图8B至图8E中示出的组件和支撑件可配置为由外部部分支撑至少一个光电探测器或至少一个线圈,以接收上述的电磁能。

[0161] 图9A示出了延伸至至少部分地布置在骨性突起BP上的皮肤SK的支撑件120。支撑件120可包括至少部分环绕支撑件延伸的凸缘850,例如边缘。凸缘850符合用户尺寸,例如根据模具和/或由用户的模具模制而成。支撑件可包括如上所述的凹陷810和通道810C。凹陷810和通道810C可延伸到支撑件120内接近血管VE,如上所述。凸缘850可位于支撑件120上以与鼓膜TM的环形物TMA相对应。凸缘850可包括凹陷810和通道810C。换能器130能通过如上所述的至少一个结构820耦合至鼓膜TM。可选地或者以结合的方式,至少一个结构820可包括压缩结构。例如,换能器130可被配置为例如通过耦合至凸缘850的压缩结构例如压缩弹簧绕着第二端133枢转,以促使换能器130朝向鼓膜TM运动从而将换能器耦合至鼓膜。换能器130可包括如上所述具有壳体240的平衡电枢换能器230。

[0162] 输入元件270如上所述可刚性地耦合至组件100的壳体240,以使得输入由壳体240支撑。可选地或以结合的方式,输入元件可固定至支撑件。

[0163] 图9B示出了包括至少一个刚性支撑结构826的支撑件,刚性支撑结构826被配置为基本跨越鼓膜延伸,例如延伸至支撑件上与布置在耳道基本相对侧上的皮肤相对应的位置。至少一个刚性支撑结构826可包括:例如,一对钢杆,具有至少一个刚性结构,至少一个刚性结构被配置为基本跨越鼓膜延伸并且当支撑件被定位在耳朵上时与鼓膜分离,以减少由布置在鼓膜的具有布置在骨性部EP上的皮肤的外部部分附近的支撑件的重量引起的堵塞。电磁换能器例如上述的光电探测器470可由支撑件的外部部分支撑,使得光电探测器的质量被至少部分布置在骨性突起BP上的皮肤支撑。可选地或以结合的方式,光电探测器470可由至少一个刚性结构支撑。

[0164] 至少一个刚性结构826可以以许多方式耦合至换能器以将换能器耦合至鼓膜。至少一个结构820可包括刚性支撑结构826,使得第一端822耦合至换能器130。弹性部件中的至少之一或者弹簧可耦合到至少一个刚性结构促使以换能器朝向鼓膜运动,如上所述。

[0165] 可选地或者与至少一个刚性结构826结合,当组件接收能量以驱动换能器130时,换能器130可通过例如压电弯曲机的换能器828朝向鼓膜TM被驱动。

[0166] 图9B 1示出了处于第一配置(configuration)928A的图9B中支撑件的侧视图,当能量例如光能没有传送到组件时,第一配置928A对应于被动(passive)配置。包括第一位置131的内部部分从至少一个刚性结构820延伸第一距离L1,使得包括第一位置131的内部部分能够从鼓膜去耦。

[0167] 图9B2示出了处于第二配置928B的图9B和9B 1中的支撑件的侧视图,支撑件被配置为耦合至鼓膜。包括第一位置131的内部部分从至少一个刚性结构820延伸第二距离L2,使得包括第一位置131的内部部分能够耦合至鼓膜。第一距离L1和第二距离L2可对应于离如上所述的阻挡器的距离。例如,光电探测器470可由光能驱动,并且换能器828可被配置为响应于光能以促使换能器130向内侧朝向鼓膜TM运动。换能器828可耦合到至少一个刚性结构826并且耦合至换能器130以定位换能器130。例如,换能器828可包括:第一被动配置和第二主动(active)配置。对于第一配置,换能器828将支撑件120的内部部分定位为横向远离鼓膜TM以减少堵塞,例如当没有光信号传送到探测器时,使得换能器828包括被动配置。当换能器828包括第二配置时,换能器828可向内侧定位支撑件120的内部部分以耦合至鼓膜,例如接触,使得换能器130能响应于光信号而驱动鼓膜TM。与换能器130相比,换能器828可消耗小量的能量,由于第二配置可包括基本固定的配置以使得换能器130能够驱动鼓膜TM。例如,换能器828可耦合至具有整流和低通滤波的光电探测器470,使得当光被传送到光电探测器470时,换能器828可被小DC电压驱动,以当光能被传送时,将换能器130耦合至鼓膜TM。换能器828可包括弹性电机,其包括弹性部件和电气部件。

[0168] 图9C1和9C2分别示出了支撑件的侧视图和俯视图,支撑件包括通过枢转耦合耦合至换能器的至少一个刚性结构826和至少一个结构820以将换能器耦合至鼓膜。至少一个结构820包括第一端822和第二端824。第一端822可被固定至换能器130,并且第二端824可固定至支撑件以使得至少一个结构促使换能器130朝向鼓膜TM运动以将换能器耦合至鼓膜。换能器130可包括如上所述的具有壳体240的平衡电枢换能器230。换能器830可相对于至少一个刚性结构运动,例如枢转运动133P,以响应于至少一个结构820的促动将换能器耦合至

鼓膜脐。

[0169] 图9D1示出了耦合至支撑件的换能器簧片,它们之间布置有粘性材料,以当支撑件耦合至鼓膜时,可抑制换能器的低频载荷,例如静载荷。包括刚性材料的簧片280延伸至柱285,如上所指出的。粘性材料可以以许多方式配置以将簧片耦合至支撑件131。例如,柱285可包括粘性材料,如记忆海绵的粘弹性材料。可选地或者以结合的方式,粘性材料可包括粘性流体,例如置于容器920内的粘性液体910,并且柱285可延伸进容器中以通过液体耦合至支撑件131。粘性液体910可包括许多种液体,并且包括至少与水的粘度一样的粘度。例如,水包括约0.89cP(百分之一泊(centi-Poise))的动态粘度,而且其粘度可以更高,例如至少约10cP,或者至少约100cP。合适的粘性液体包括:具有约985cP粘度的蓖麻油、具有约16cP粘度的乙二醇(ethylene glycol)、具有约1500cP粘度的丙三醇(glycerol)、具有约81cP粘度的橄榄油、和具有约 2.3×10^{11} cP粘度的沥青。粘度可以在约1cP至约 2.3×10^{11} cP的范围内。液体的粘度可根据设计参数来选择,设计参数为例如容器的内径、柱的外径、容器的内径与柱的外径之间的空隙中的一个或多个。

[0170] 图9D2示出了通过粘性液体910耦合至支撑件的换能器簧片280,以当支撑件耦合至鼓膜时,可以抑制换能器的低频载荷例如静载荷和堵塞。柱可固定至具有形成在其上的开口185H的凸缘,以当支撑件131耦合至鼓膜时,可以使液体910以流量910F通过孔。凸缘上的开口可以以许多方式形成,例如在凸缘中钻的一个或多个孔、在凸缘上形成的环状开口、或者用辐条支撑的环状凸缘。

[0171] 图9E示出了耦合与频率的函数,其中当支撑件如图9D1和图9D2耦合至鼓膜时,以抑制换能器的低频载荷例如静载荷和堵塞。堵塞包括例如在低于约1kHz频率下例如低于约500Hz下的鼓膜运动的低频抑制。通过允许鼓膜和支撑件的运动与换能器的运动分离,鼓膜可运动以基本减少堵塞。鼓膜和换能器的低频载荷例如静载荷也可以基本减少或者被抑制,这有助于许多换能器,例如平衡电枢换能器。鼓膜上换能器的低频载荷例如静载荷的减少或者抑制也是有用的,其可减少由于支撑件和换能器在内测离开和位移产生的对鼓膜的压力。由于许多听力受损的人能够很好的听到频率低于大约1kHz、例如低于大约500Hz的声音,换能器从支撑件的这种分离是可接受的,因为用户能够依赖于他或她的自然听觉来聆听说话者。当频率高于约500Hz,例如约1kHz时,换能器的簧片基本耦合至支撑件,使得声音可被换能器放大,这对于高于约1kHz例如高于约5kHz的频率下听力较差的具有听觉损失的许多人来说是有益的。换能器与支撑件的去耦可相当于至多约-13dB的增益,或者20%传输,例如至多-20dB,或者10%传输。换能器的基本耦合可相当于至少约-3dB的增益,或者70%传输,例如-1dB的增益,或者90%传输。一个人或者本领域普通技术人员能够进行研究以通过经验确定液体、容器的尺寸以及柱的参数,从而当支撑件耦合至鼓膜时,可减少或者抑制换能器的低频载荷例如静载荷并且抑制堵塞。通过经验确定的合适参数包括:液体的粘度、容器的内径、柱的尺寸、容器与凸缘的空隙、或者凸缘中孔的尺寸和数量中的一个或者多个。

[0172] 图10示出了包括电磁换能器的支撑件,其中电磁换能器被配置为接收电磁能量以响应于电磁能量EM来驱动换能器。换能器860可包括线圈,如上所述。例如,换能器860可包括第一线圈,第一线圈被配置为从位于耳道EC中的第二线圈接收电磁能量,其中第二线圈被保持就位并且用户可移除,如第12/244,266号、题为“Energy Delivery and Microphone

Placement Methods for Improved Comfort in an Open Canal Hearing Aid(一种用于开放式耳道助听器的改进舒适度的能量传输和扩音器布置方法)”的美国专利申请所描述的。换能器可通过如上所述的许多结构和方法耦合至支撑件,例如以将换能器耦合至鼓膜以及减少堵塞并抑制换能器和鼓膜的例如静载荷的低频载荷,如上所述。

[0173] 在许多实施方式中,换能器860包括至少一个光电探测器,例如上述的光电探测器470。换能器860可在与布置在骨性突起BP上的皮肤SK相对应的位置处固定至支撑件,以当支撑件被定位在骨性突起BP上方时,可以最小化或者减少堵塞。至少一个光电探测器可包括如在2009年5月11日提交的题为“Optical Electro-Mechanical Hearing Devices With Combined Power and Signal Architectures(一种具有联合功率和信号架构的光学机电听觉设备)”的第61/177,047号美国专利申请和2008年12月19日提交的题为“Optical Electro-Mechanical Hearing Devices with Separate Power and Signal Components(一种具有单独功率和信号分量的光学机电听觉设备)”的第61/139,520号美国专利申请中描述的一个或多个探测器。这些申请描述了用于将光光学耦合到听觉组件的有益方法和装置,这些方法和装置可并入依照本发明的实施方式中。例如,电磁能EM可包括:第一波长的光和第二波长的光,至少一个光电检测器可包括两个光电检测器,其中,第一光电检测器对第一波长的光敏感,第二光电检测器对第二波长的光敏感。每个光电检测器可耦合到具有相反极性的换能器,使得换能器响应于第一波长在第一方向和响应于第二波长在第二方向被驱动,其中,第一方向可与第二方向相反。可选地,至少一个光电检测器可包括单个光电检测器,单个光电检测器可接收来自光的功率和信号。有源电路可耦合到至少一个光电检测器和换能器以驱动换能器,并且有源电路可由布置在骨性突起BP上的皮肤SK支撑。

[0174] 光学部件862可固定至支撑件以将光能耦合至至少一个光电探测器。光学部件可包括透镜、折射透镜、衍射透镜、棱镜、菲涅耳透镜、或者反射镜中的一个或者多个。光学部件被定位在支撑件120上以将光信号通过折射、衍射或者反射中的至少一个传送到至少一个光电探测器上。在许多实施方式中,光学部件被定位在支撑件的预定方向上以有效地将沿着耳道EC传送的光耦合至至少一个光电探测器。可选地或者以结合的方式,光学部件能够例如通过枢转或弯曲中的一个或者多个被可调节地安装。

[0175] 图11示出了包括支撑件120的组件100,其中支撑件120包括凹陷810和磁体870。如上所述,支撑件120包括短尺寸812和伸长尺寸814。磁体870可被配置为响应于磁场来驱动耳朵,例如响应于如上所述的被用户置于耳朵中的线圈。

[0176] 图12A示出了包括波纹管(bellow)1210的壳体1200,其中耦合至波纹管的刚性结构延伸穿过波纹管,以随着刚性结构的运动将换能器耦合至支撑件。壳体1200可包括以上所述部件中的许多部件,例如参见图2C1至图2C4。刚性结构可包括簧片280,壳体1200可包括如上所述的平衡电枢换能器230的壳体240。波纹管1210可移动簧片,使得当簧片振动时,换能器内空气的体积基本不会改变,以基本不影响换能器的增益而达到壳体的密封效果。换能器内空气体积的变化被称为德耳塔(delta)V(在下文中“ ΔV ”),并且对于已密封的换能器来说, ΔV 可以基本为零。波纹管可包括许多已知材料:例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚酯、尼龙®(Nylon®)、金属化尼龙、箔或者聚酯薄膜®(Mylar®)中的至少一种。

[0177] 图12B示出了平衡电枢250,该平衡电枢250包括:使电枢250枢转的压痕(indentation)1210;以及磁流体1212,设置在压痕1210上以增加增益。电枢250围绕压痕

1210的枢转可结合电枢的弯曲发生,例如U形端部的弯曲,以在耦合至鼓膜TM时增加换能器的增益。电枢250可包括压痕1210,例如削痕(divot),以使耦合至柱285的电枢的簧片280枢转从而增加增益。磁流体1212允许磁通量沿着电枢延伸而基本不会减少在压痕处通量的传输。

[0178] 图13示出了包括环状连接器880的支撑件,环状连接器880被配置为耦合至插在耳道中的模块890,以使支撑件上的换能器130与模块890的电路耦合。换能器可通过如上所述的许多结构和方法耦合至支撑件,例如将换能器耦合至鼓膜并减少堵塞以及抑制换能器和鼓膜的低频载荷例如静载荷,如上所述。模块890可根据用户的耳道EC的模具成形。耦合至模块890的组件100可包括凹陷810以减少与沿着锤骨延伸的血管附近的组织的接触,如上所述。耦合至模块890的组件100可包括至少一个结构820以促使支撑件的内部部分朝向鼓膜TM运动,并且可包括第二换能器828以使第一换能器130与鼓膜的内部部分耦合,如上所述。电路892可耦合至麦克风22,并且可放大例如高达15kHz或者更高的高频声音,并用电连接驱动组件100以有效地驱动组件100。电路892可包括声音处理器。模块890可包括连接器894,连接器894被配置为与组件100的连接器880相配合。模块890可包括插入在耳道中的麦克风22,并且可包括被配置为储存电能的能量储存装置898。储存装置可包括许多已知的储存装置,例如电池、可充电电池、电容器、超级电容器、或者电化学双层电容器(EDLC)中的至少一个。连接器894和连接器880允许模块可移除,例如用于再充电或者当用户睡觉时。当模块从耳朵移除时,组件100可仍在适当位置。模块890可包括通道899以使空气通过从而减少堵塞,结合换能器130的质量支撑远离如上所述的鼓膜脐。虽然空气穿过通道899,但是由于换能器直接机械耦合至鼓膜TM,与耳道中的声学扬声器相比而言,反馈会减少。

[0179] 连接器894和连接器880可以以许多方法配置,使得电路892可有效地驱动组件100的换能器130。例如,连接器提供与电导体的直接电接触,使得放大器电路892通过电连接耦合至换能器130。关于实施方式的工作建议如上所述的直接电接触和直接耦合至鼓膜TM可以比具有置于耳道中的扬声器的传统声学助听器更有效,例如约10倍有效,使得电池的寿命可超过6个月。关于直接电连接的可选方式,连接器894和连接器880可提供电磁感应耦合,例如通过被放置在组件100线圈内模块890的磁芯。模块890还可光耦合至组件100,如上所述。连接器880可包括输入元件270的部件。

[0180] 能量储存装置898可包括能以许多方式再充电的可再充电能量储存装置。例如,为了快速充电,该能量储存装置可用耦合至超级电容器的连接器的插头充电。可选地,能量储存装置可用感应线圈或者如上所述的光电探测器充电。光电探测器可以被设置在模块890的近端,使得光电探测器暴露于从耳道EC进入的光。光电探测器可耦合至能量储存装置898以对能量储存装置充电。光电探测器可包括许多探测器,例如如上所述的黑硅。可再充电能量储存装置仅是为了方便提供的,如能量储存装置898可包括电池,当模块从耳道EC移除时,用户可更换电池。

[0181] 试验模型、测量和模拟

[0182] 平衡电枢输出换能器的激光多普勒振动测量与鼓膜脐的数学模型一起使用,以数学模拟人耳上的输出换能器的载荷响应。所测的示例性平衡电枢输出换能器包括FK-平面(Flat)输出换能器和WBFK-平面(Flat)输出换能器(宽带),这两种换能器可以通过美国伊利诺伊州埃塔斯卡市楼氏电子(Knowles Electronics of Itasca, IL)买到。输出换能器的

响应按以下方式数学建模成：输出模拟器被耳朵的锤骨支撑，而输出换能器的电枢或簧片通过如上所述的簧片柱施加力到耳朵的鼓膜脐上。

[0183] 图14示出了关于FK-平面和WBFK-平面输出换能器在听力测试频率所预测的最大输出，换能器设置在60μW和0.35V。

[0184] WBFK-平面输出换能器具有较小的尺寸，并且将会符合解剖学的较宽范围。然而，WBFK-平面输出换能器可能不具有FK-平面输出换能器那样好的输出性能。对于FK-平面输出换能器而言，每单位电流产生的力为2.55N/A，并且对于WBFK-平面输出换能器而言，则为0.98N/A。

[0185] 下面的表1示出了关于FK-平面输出换能器载荷响应的数学建模的示例性参数。

[0186] 表1：关于FK-平面的示例性参数

[0187]

变量	符号	数值
移动的“中心”质量	mg	4mg (+1.6mg 对于等效簧片)
参考“固定”质量	W	17mg (-1.6mg 对于等效簧片)
每伏特低频位移	$\frac{d}{A}$	9.1μm/mA
共振频率	f_{reas}	1120Hz
DC 电阻	R	50Ohm
阻抗	L	5.8mH
驱动参数		
有效刚度		277N/m
每单位电流的力		2.55N/A

[0188] 从可以被描述成具有与销相对的弹簧的固定悬臂的模型计算出17mg的等效固定载荷和6mg的移动载荷。对于48mg的惯性质量，4.2mm的簧片长度，以及2.2mm的电枢柱高度，

等效载荷可以由以下公式给出： $\frac{F}{x} = \frac{I_{cs} + \frac{M_{cg}L^2}{4}}{L^2}$ ，其中 $I_{cs} = \frac{1}{12}M_{cg}(L^2 + h^2)$ ， M_{cg} 是换能器中

心处的质量， x 为输出换能器的加速度。

[0189] 基于上述公式，对于48mg的质量而言，用于该模型的等效载荷为17mg，这可以显著降低所感知的堵塞。除了48mg的偏移质量之外，换能器组件还包括4mg支撑件和大致2mg的簧片柱。

[0190] 放置在鼓膜上的输出换能器的先前测试表明放置在鼓膜上的50mg或者更多质量将会引起明显的堵塞。如果输出换能器远离鼓膜偏移并且作为悬臂建模，对于从鼓膜脐偏移的48mg质量而言，引起有效堵塞的质量仅约17mg。因此，当支撑件被放置在鼓膜上时，通过包含置于用来定位在支撑件上远离鼓膜脐布置的部件的组件，堵塞基本是被最小化或者减小。

[0191] 研究还计划优化平衡电枢换能器,例如FK-平面和WBFK-平面输出换能器,以及其它与直接耦合至患者鼓膜上的支撑件一起使用。例如,平衡电枢换能器可以优化为驱动耦合至患者鼓膜的支撑件的载荷。患者的经验数目,例如10,可与不同设计的平衡电枢换能器一起被测试,以确定各种设计参数的最佳工作范围。进一步,可进行实验腔室研究和测量以进一步优化设计。这些待优化的参数可包括:平衡电枢换能器的尺寸、其几何形状、电阻抗、制成平衡电枢换能器的材料、换能器的磁极之间腔室内安置的磁流体、恢复部件的弹簧常数、缠绕平衡电枢换能器的电枢的线圈中线的匝数、或者线的直径。电枢还可包括与支撑件相反的电枢端部上的相反质量,使得当耦合至被配置为针对患者耳朵布置的支撑件时平衡电枢。平衡电枢换能器的输出机械阻抗可与支撑件的输入机械阻抗相匹配,从而优化从平衡电枢传输到鼓膜的机械能。

[0192] 已经开展了关于人和依照如上所述一些实施方式的包含平衡电枢换能器的支撑件的实验性研究。关于已测试的实施方式,平衡电枢换能器在对应于鼓膜脐的第一位置处和距离鼓膜脐至少4mm的第二位置处固定至支撑件上。在至少一个实例试验中,包含平衡电枢换能器的支撑件与鼓膜去耦。尽管流体已经被放置在鼓膜上以将支撑件和换能器耦合至鼓膜,支撑件还是被去耦了。用户注意到正常存在的轻微、可容忍的堵塞没有发生。经验数据支持这样的假设,即,随着换能器被支撑在支撑件的远离鼓膜脐的外部部分上时,堵塞会减少。该数据也表明可以在支撑件上提供一种结构以促使换能器朝向鼓膜运动。例如,该结构可包括弹性结构、或者例如弹簧的有弹力结构。这种促使换能器朝向鼓膜的运动能够增强换能器与鼓膜的耦合,并且可基本上减少、甚至消除将支撑件耦合到鼓膜的流体的使用。

[0193] 已经开展了关于人和依照如上所述一些实施方式的包括平衡电枢换能器的支撑件的实验性研究。在至少一些实施例,关于在锤骨上方延伸并且在鼓膜周缘附近接触鼓膜的支撑件进行的试验已经显示出用户能够感知的心跳的脉冲,例如当换能器的第二端被定位在外侧突上时。在至少一些实施例中,在支撑件的远离锤骨的位置将换能器的第二端附接至支撑件可基本减少这种感觉。还考虑了具有凹陷以减少包括如上所述的血管结构在内的组织的接触的进一步研究。可选地或者以结合的方式,换能器的第一端能够在与鼓膜的远离鼓膜脐的内部部分对应的位置处耦合至支撑件,这能够接收至少一些具有搏动性血液的血液。基于本文所描述的教导,本领域普通技术人员可以得出附加经验研究以确定凹陷的形状和换能器附接至支撑件的附接位置,以抑制用户所感知的心跳的声音。

[0194] 虽然以上是本发明优选实施方式的完整叙述,但是可使用不同的可选方案、修改、以及等同。因此,以上描述不应看作是限制本发明范围,本发明的范围是由所附的权利要求限定的。

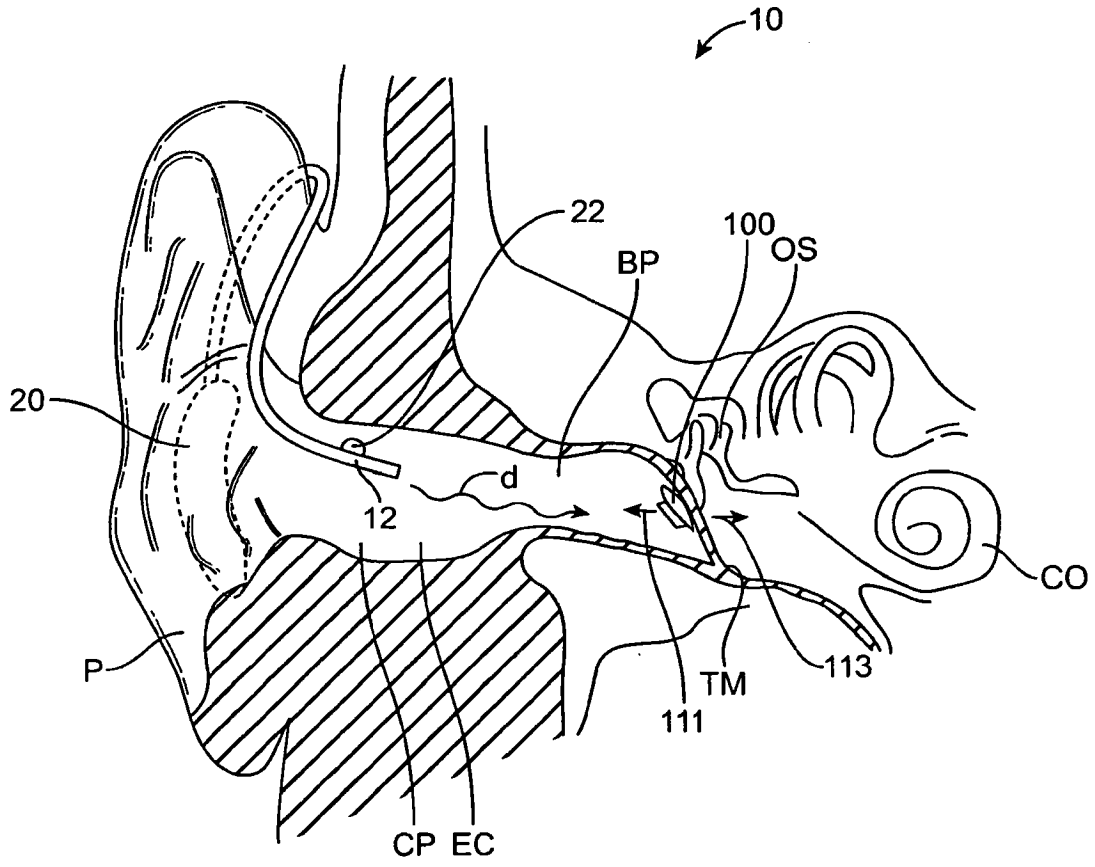


图1

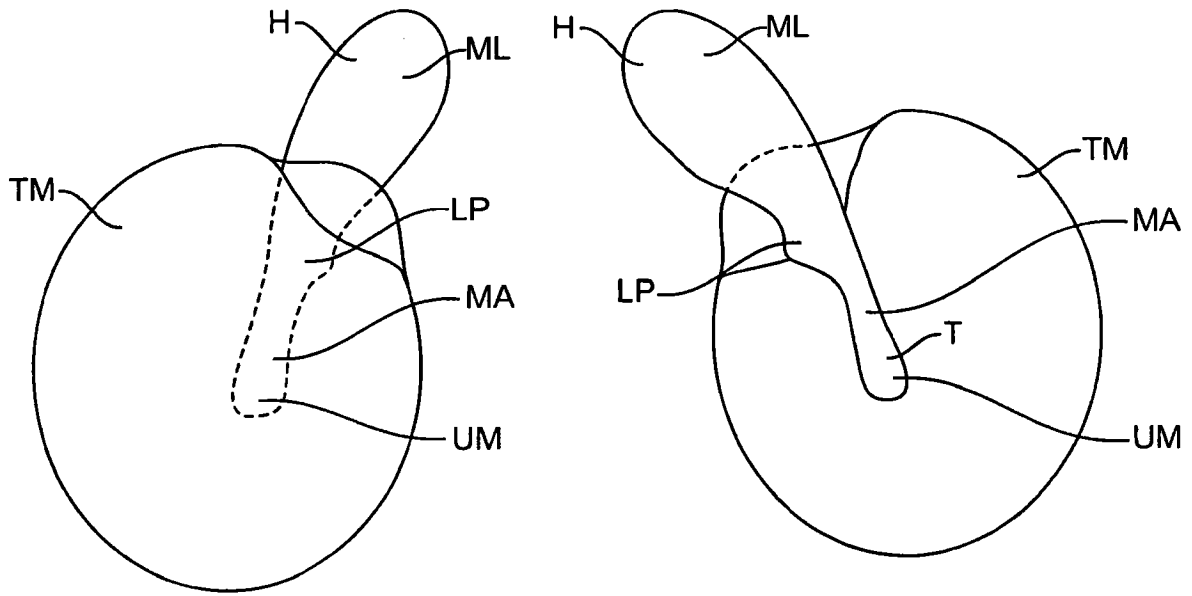


图1A

图1B

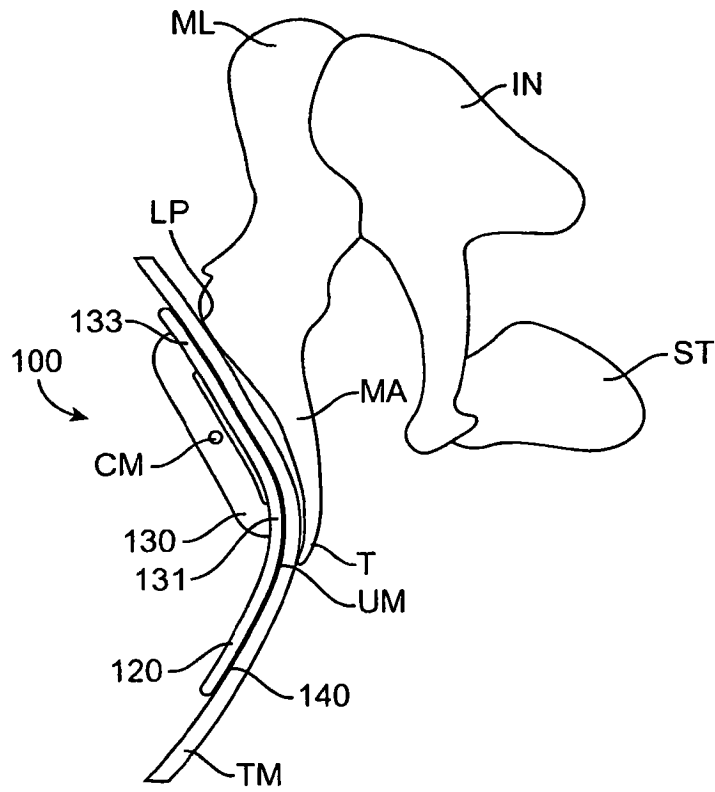


图1C

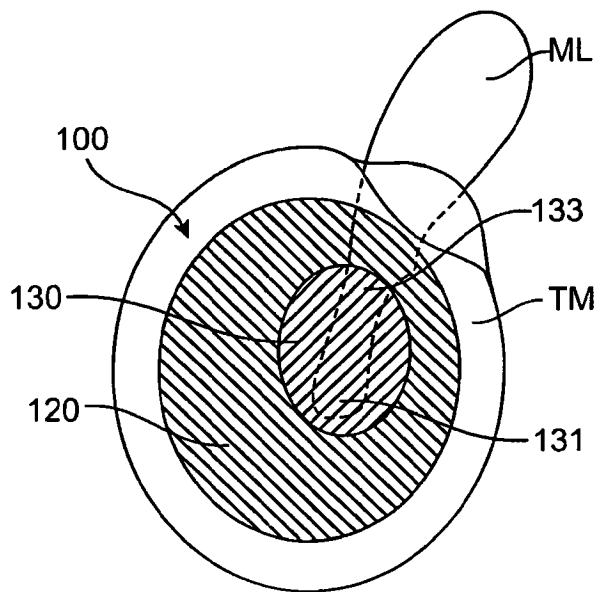


图1D

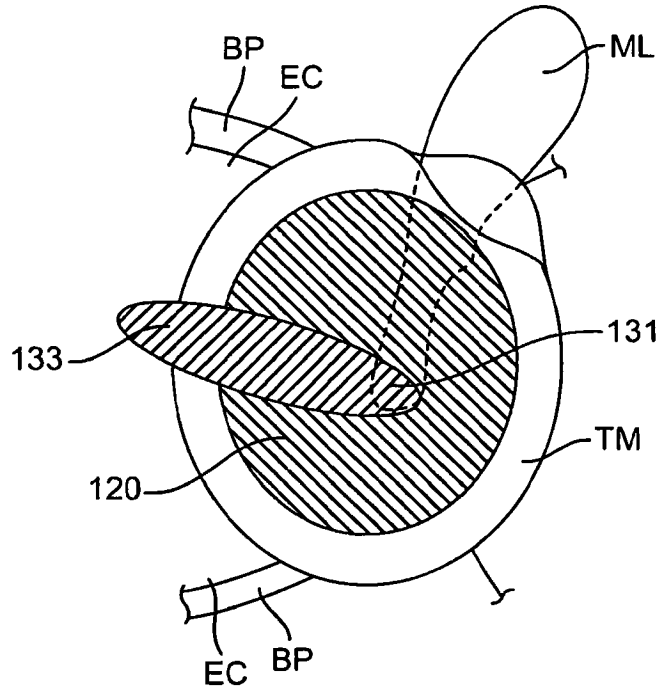


图1E

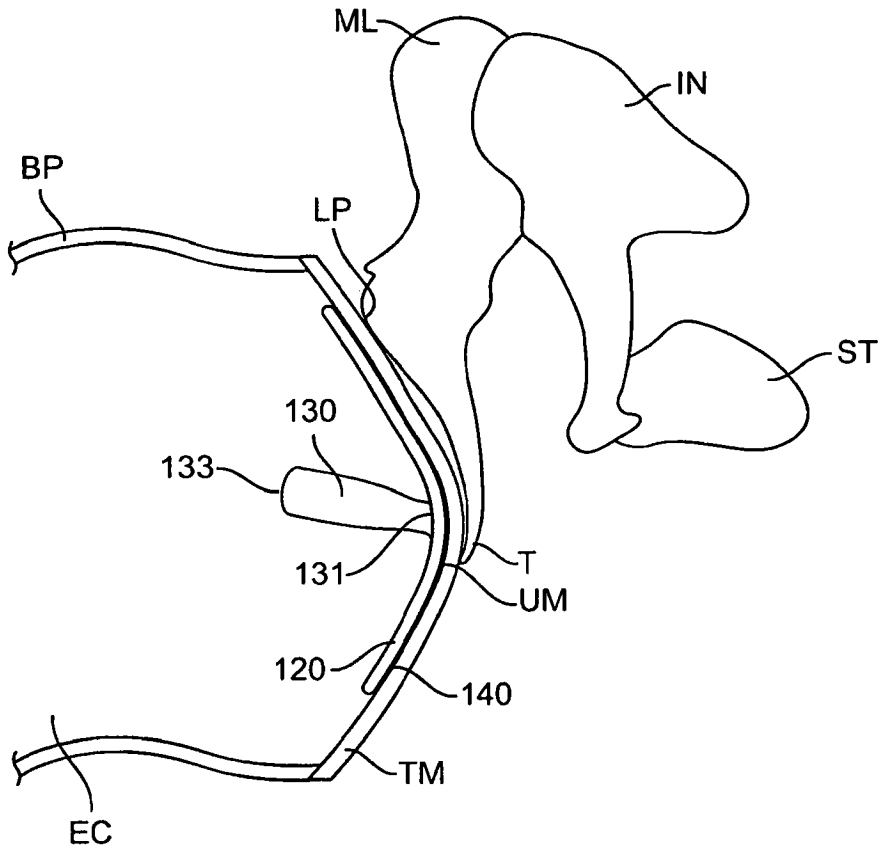


图1F

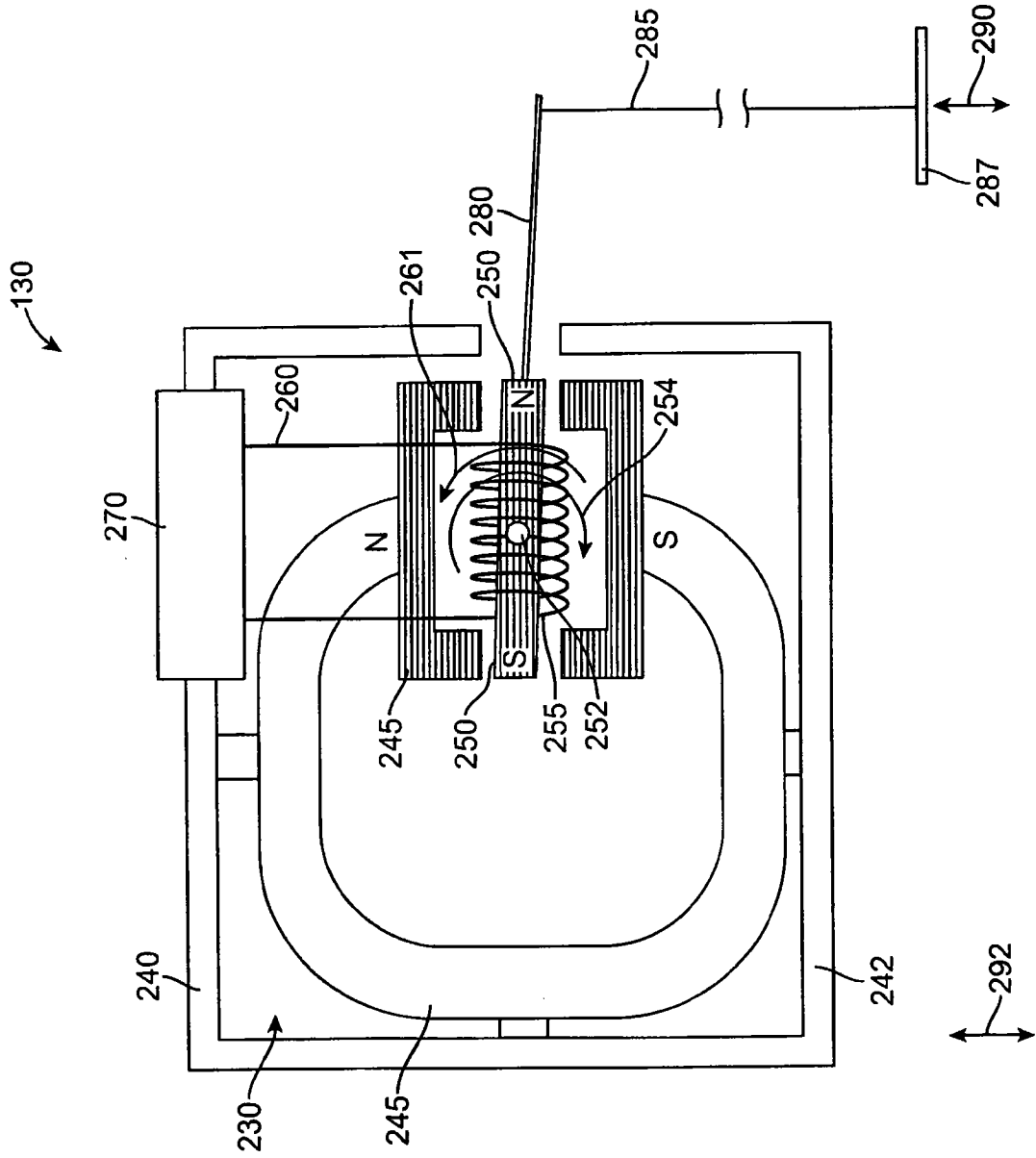


图2

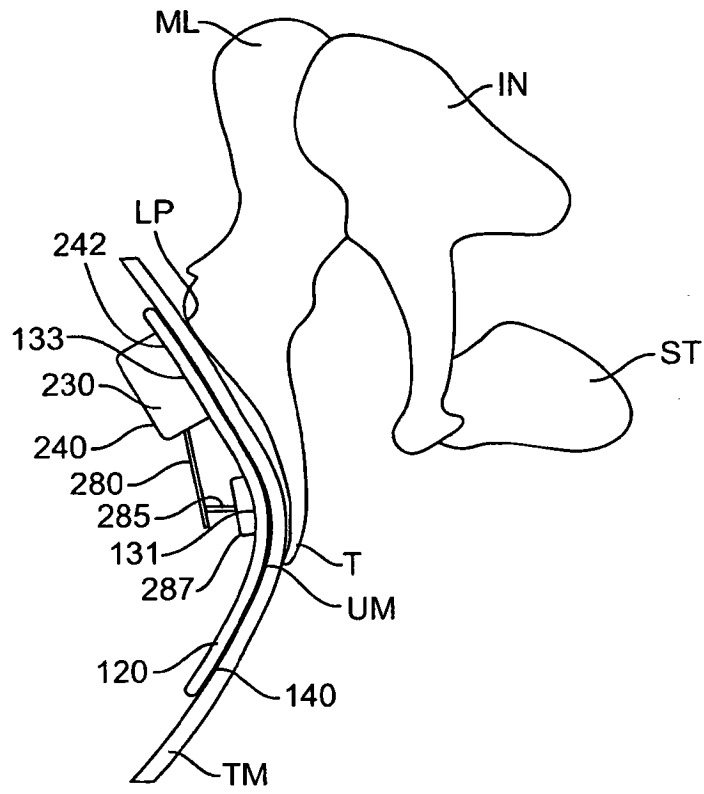


图2A

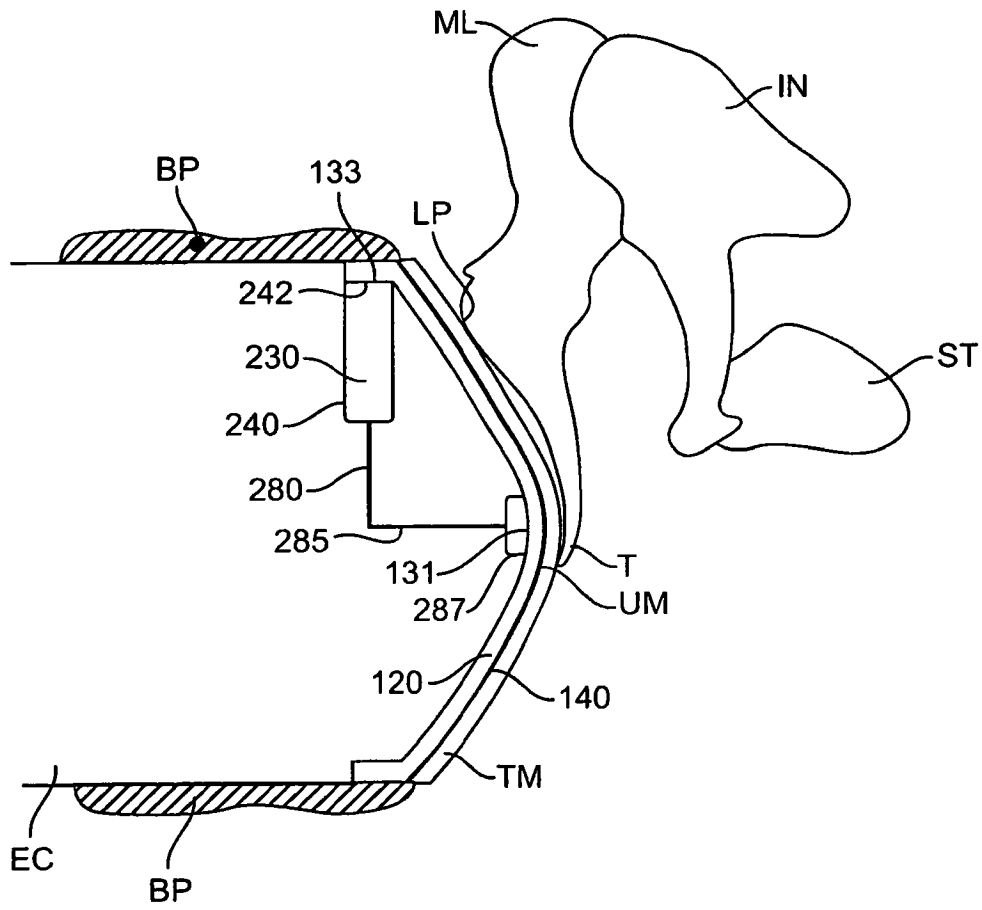


图2B

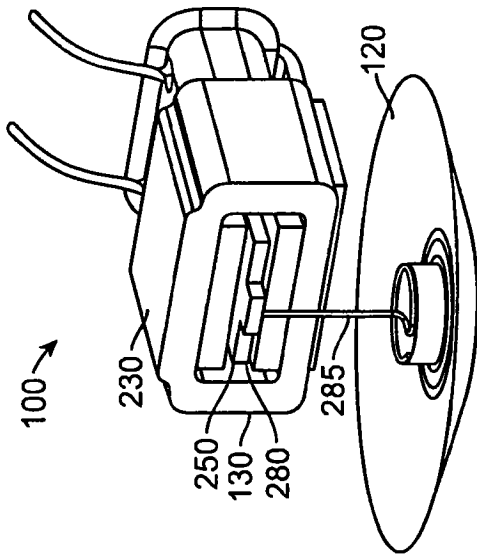


图2C1

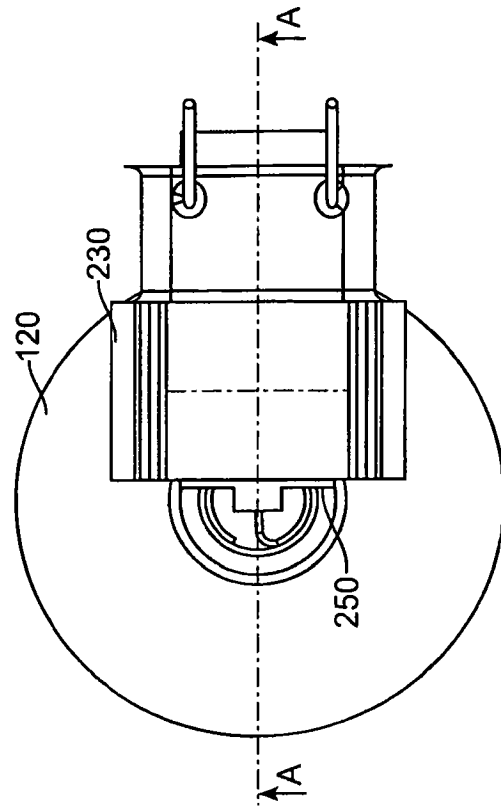


图2C2

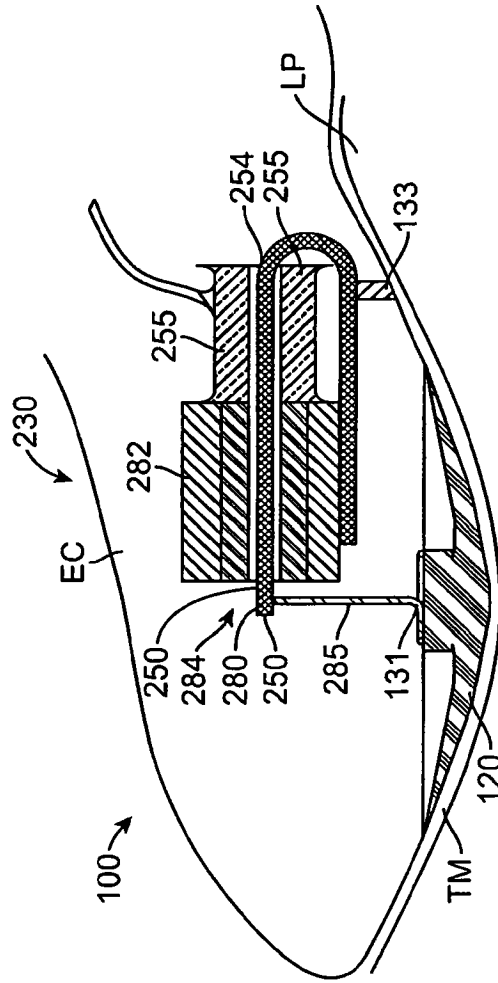


图2C3

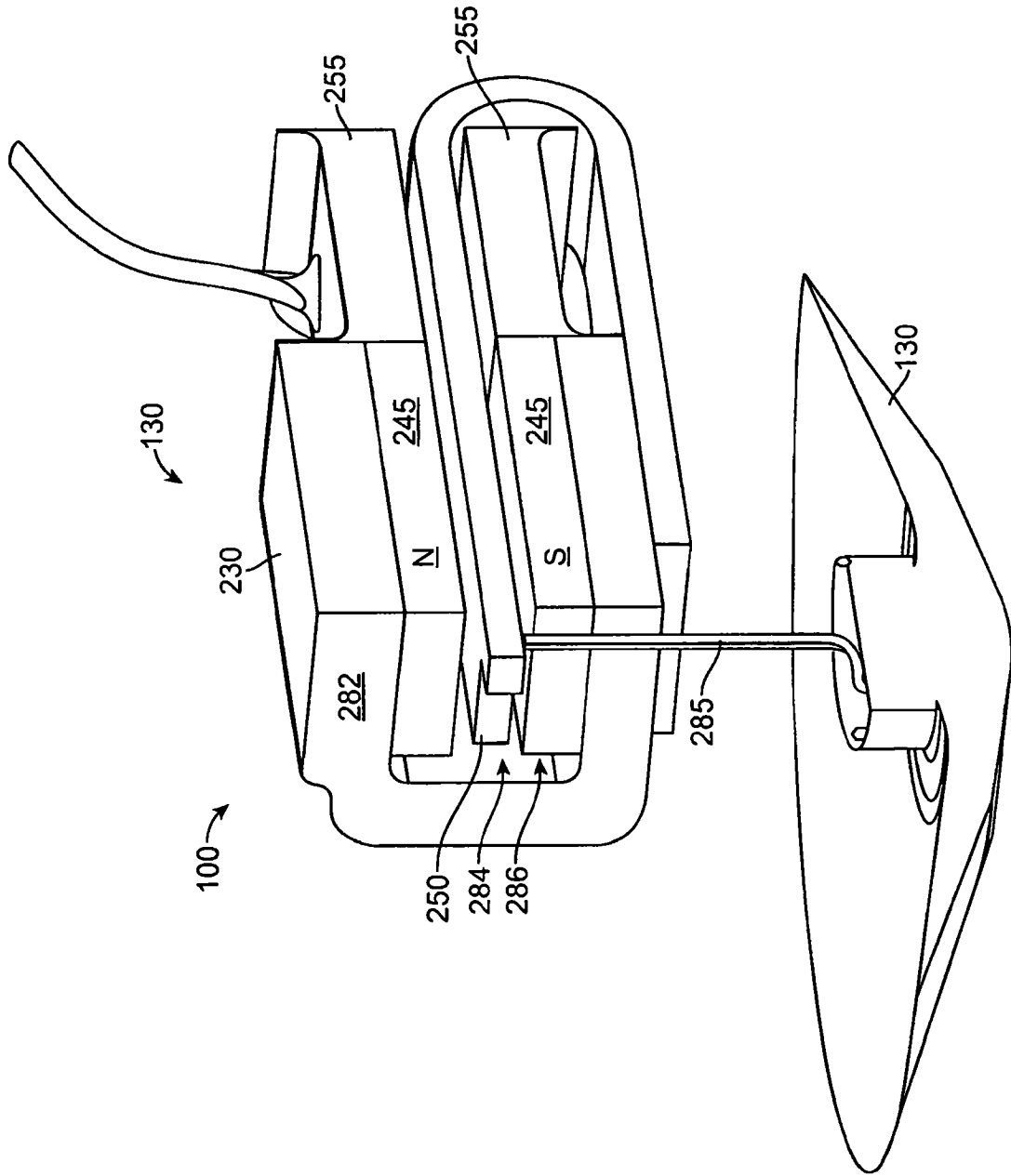


图2C4

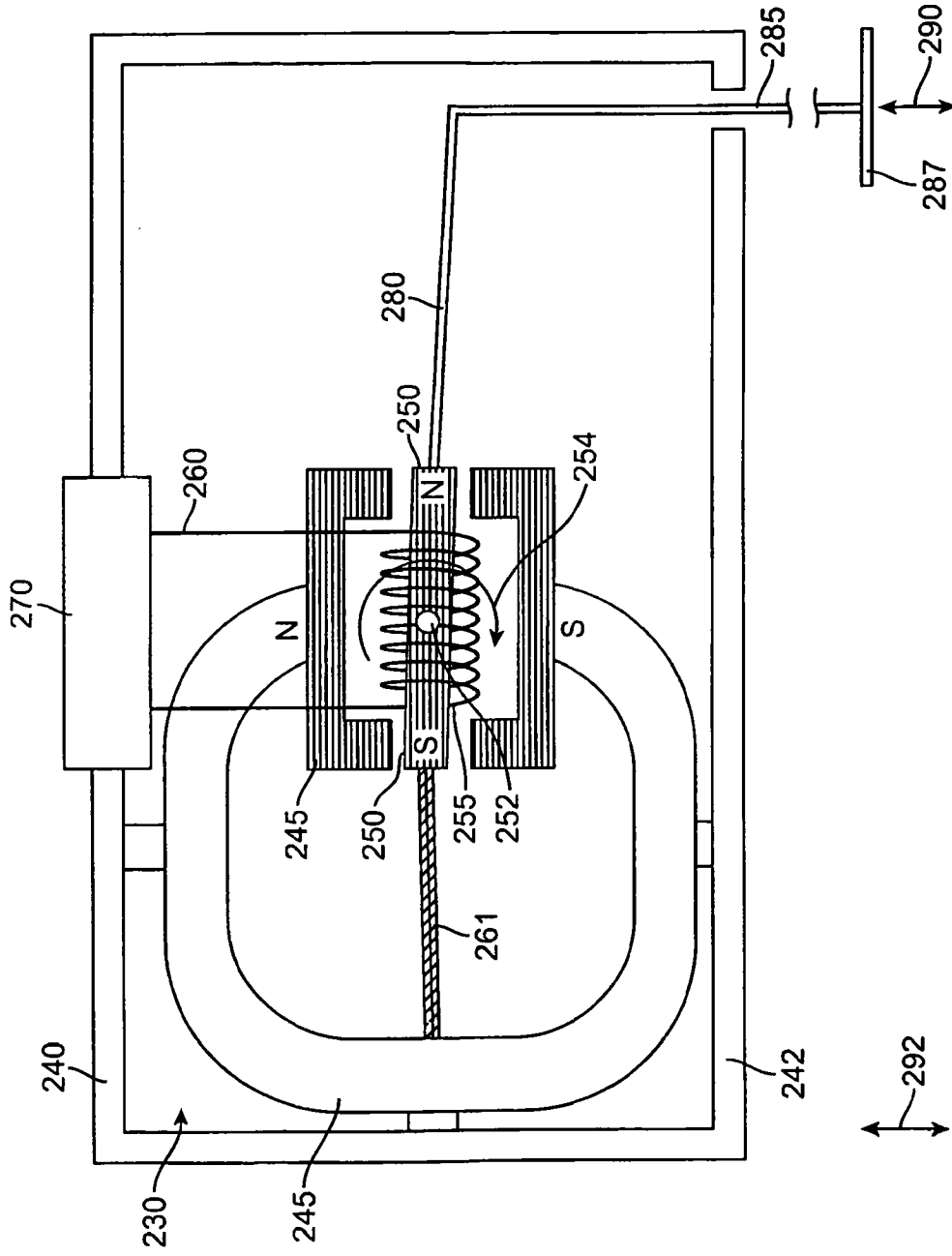


图3

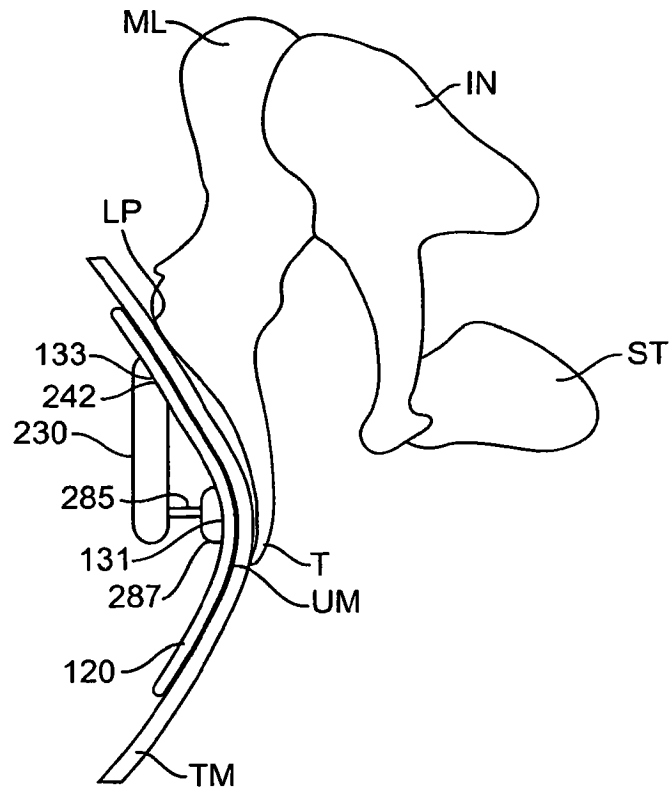


图3A

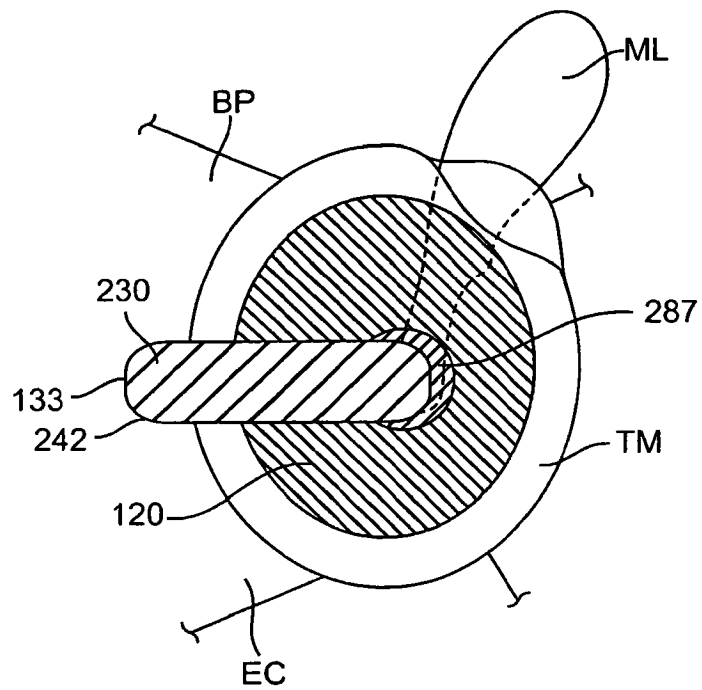


图3B

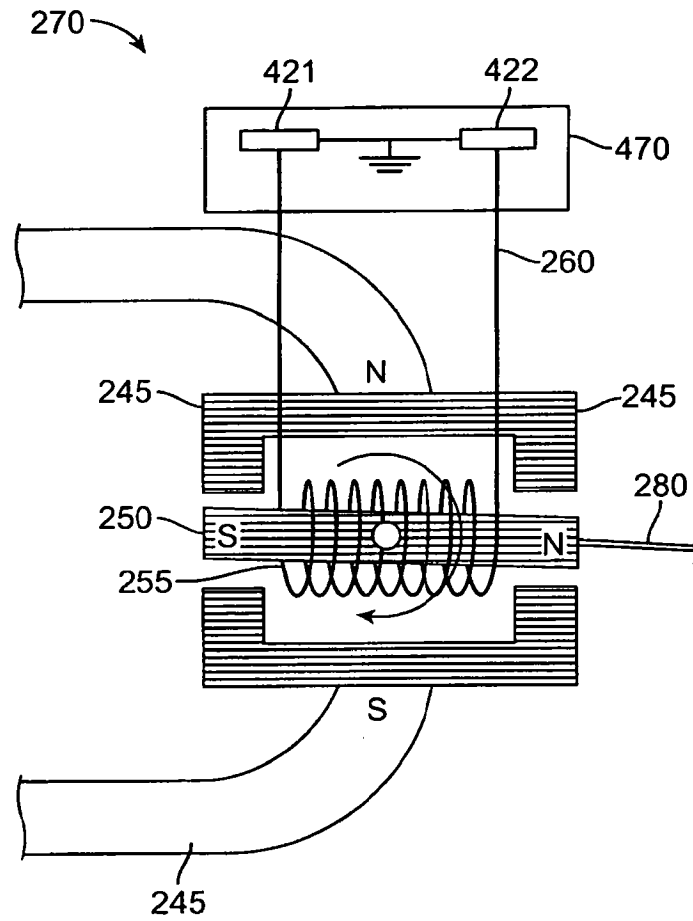


图4

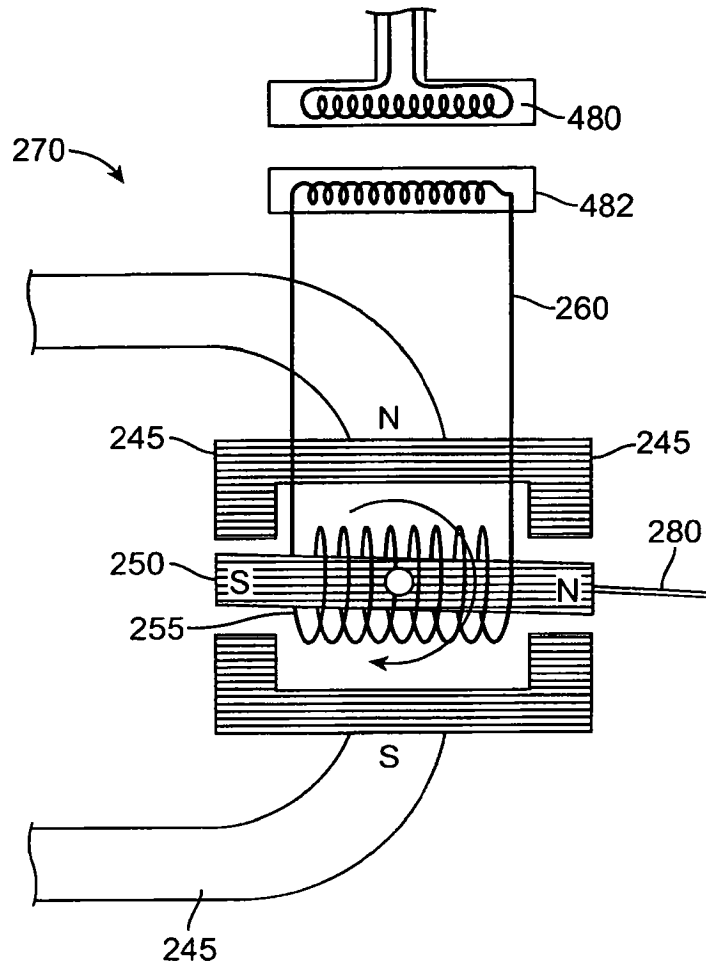


图4A

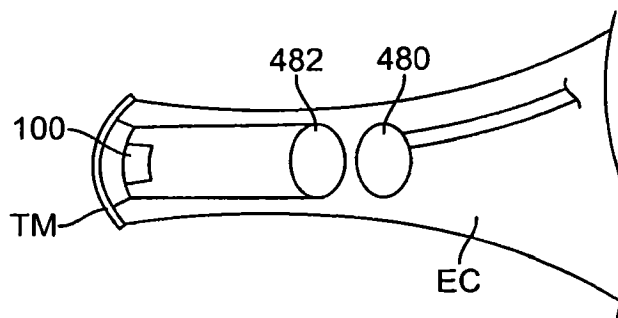


图4A1

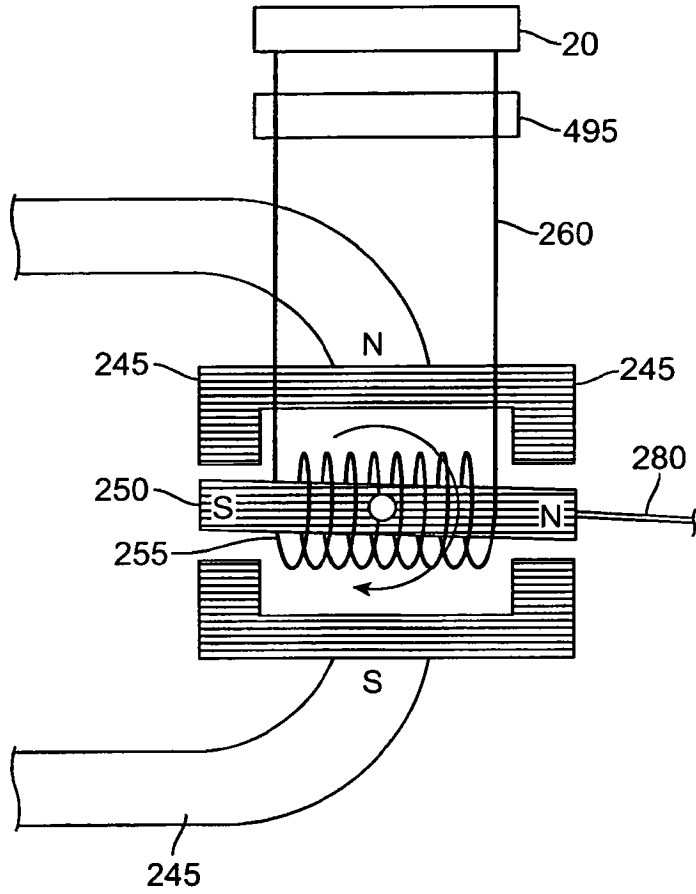


图4B

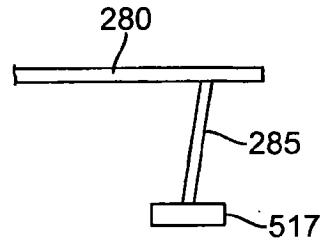


图5A

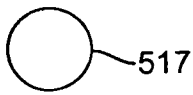


图5A1

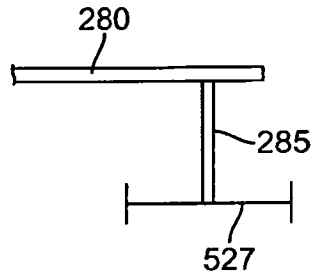


图5B

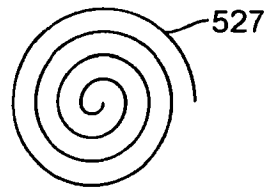


图5B1

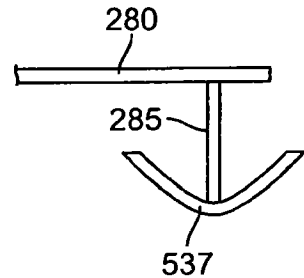


图5C



图5C1

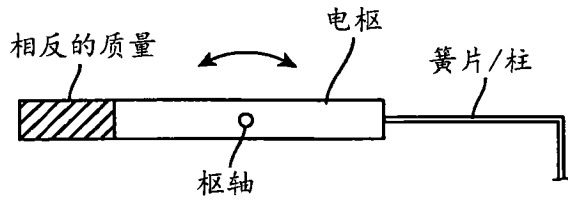


图5D

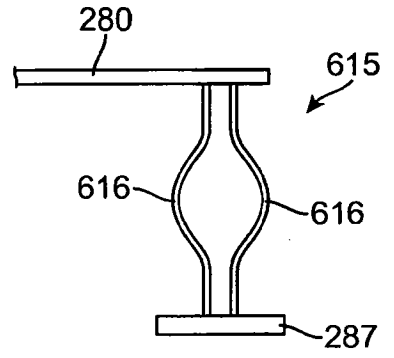


图6A

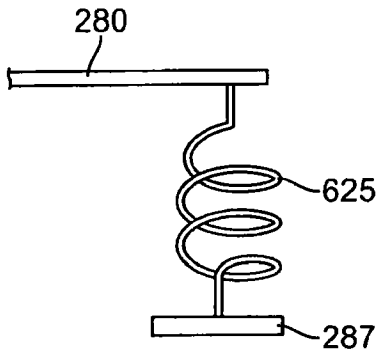


图6B

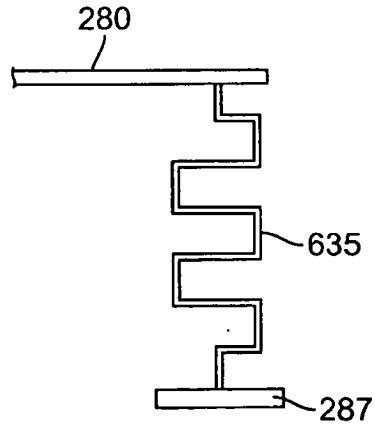


图6C

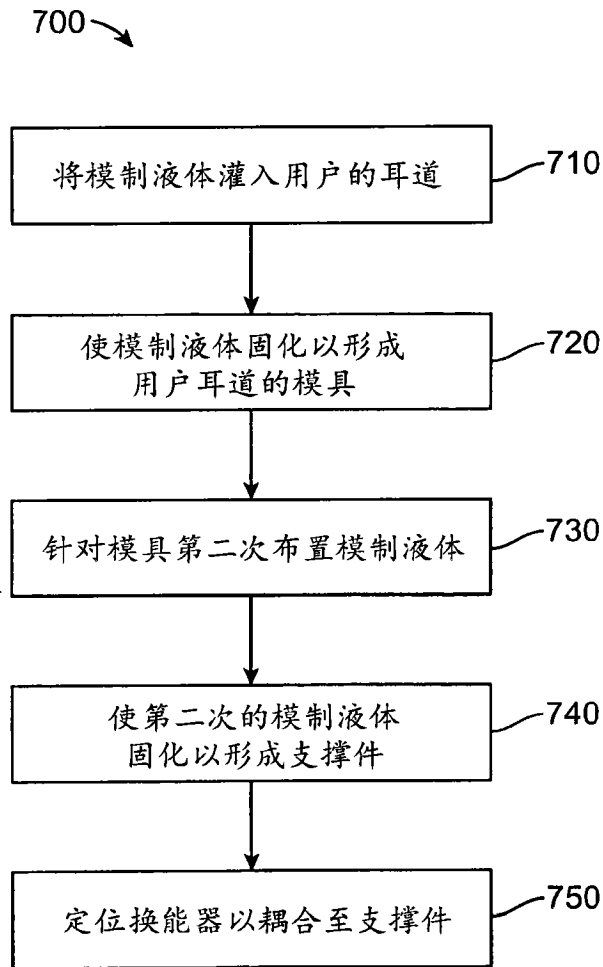


图7

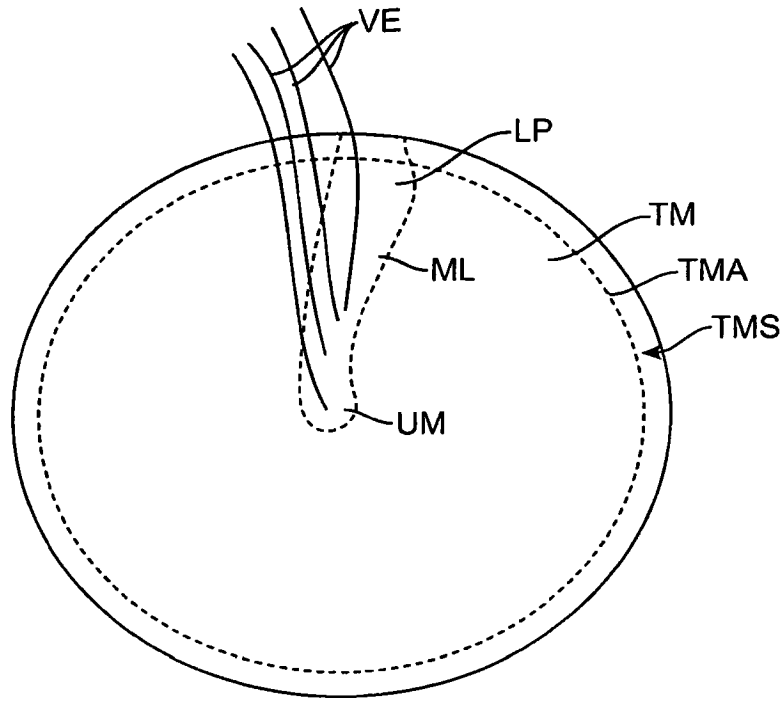


图8A

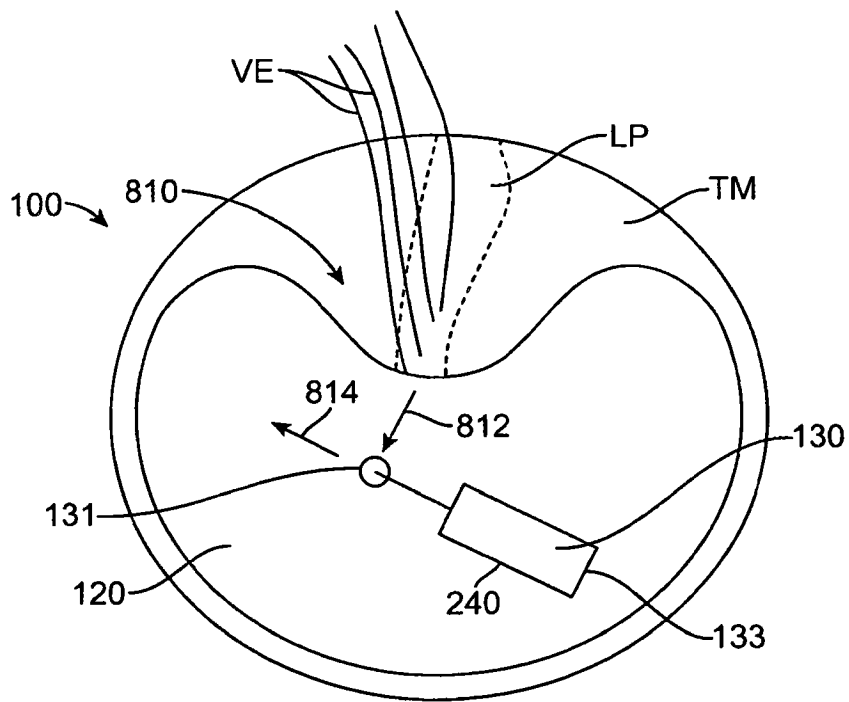


图8B

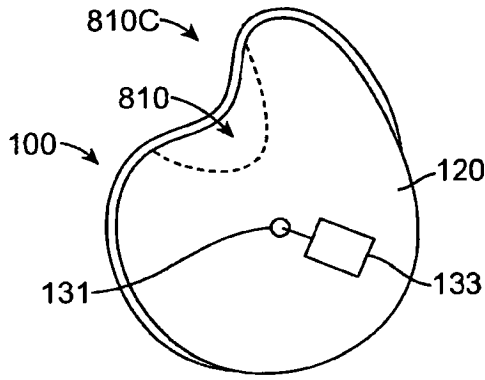


图8C

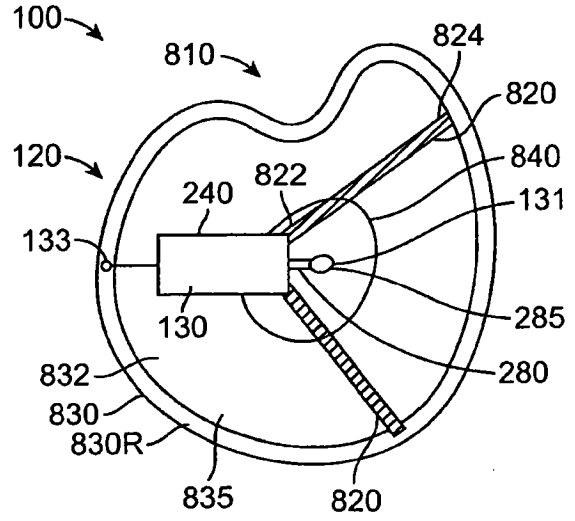


图8D

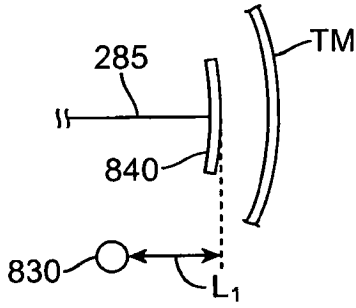


图8D1

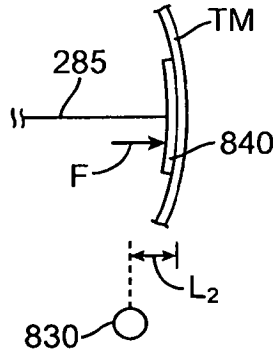


图8D2

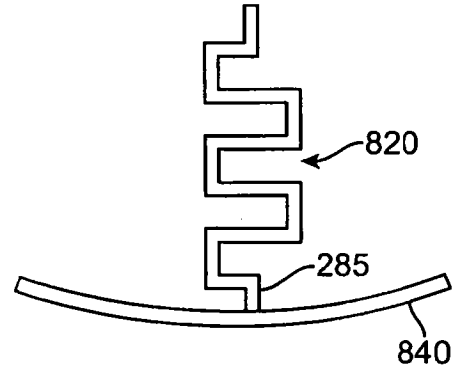


图8D3

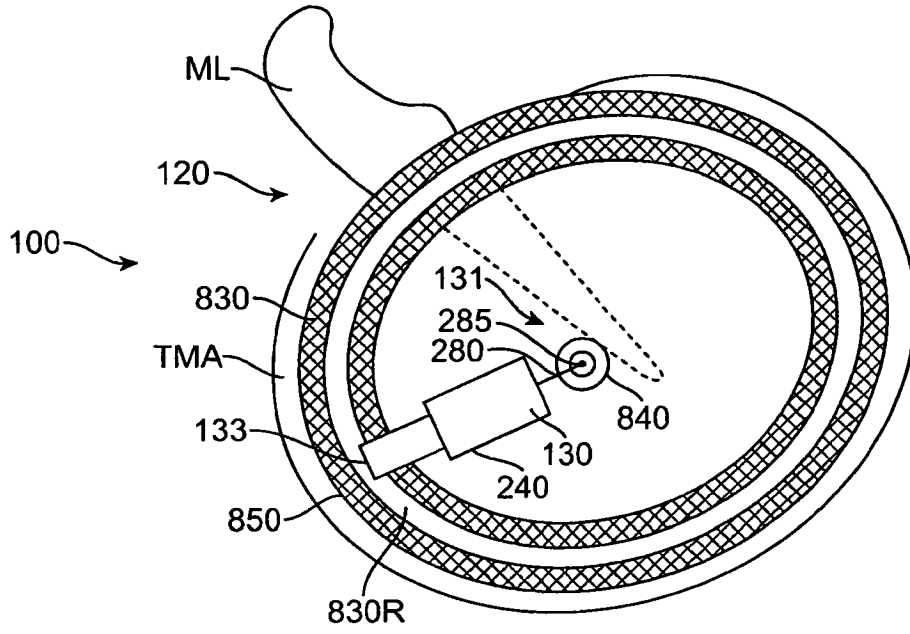


图8E1

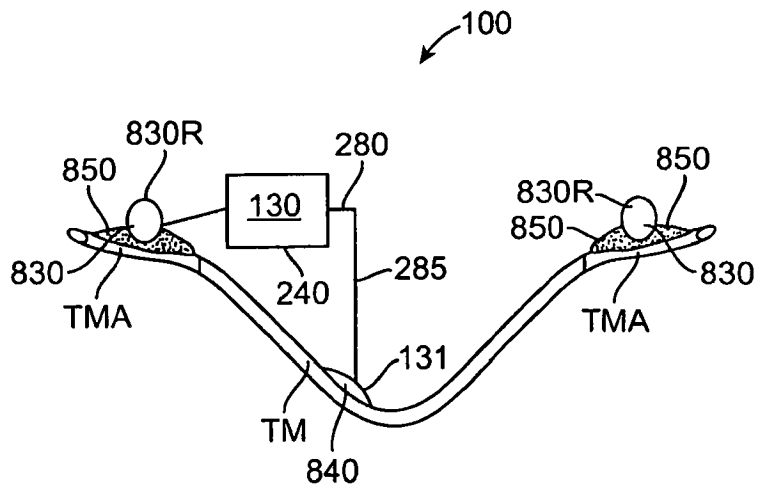


图8E2

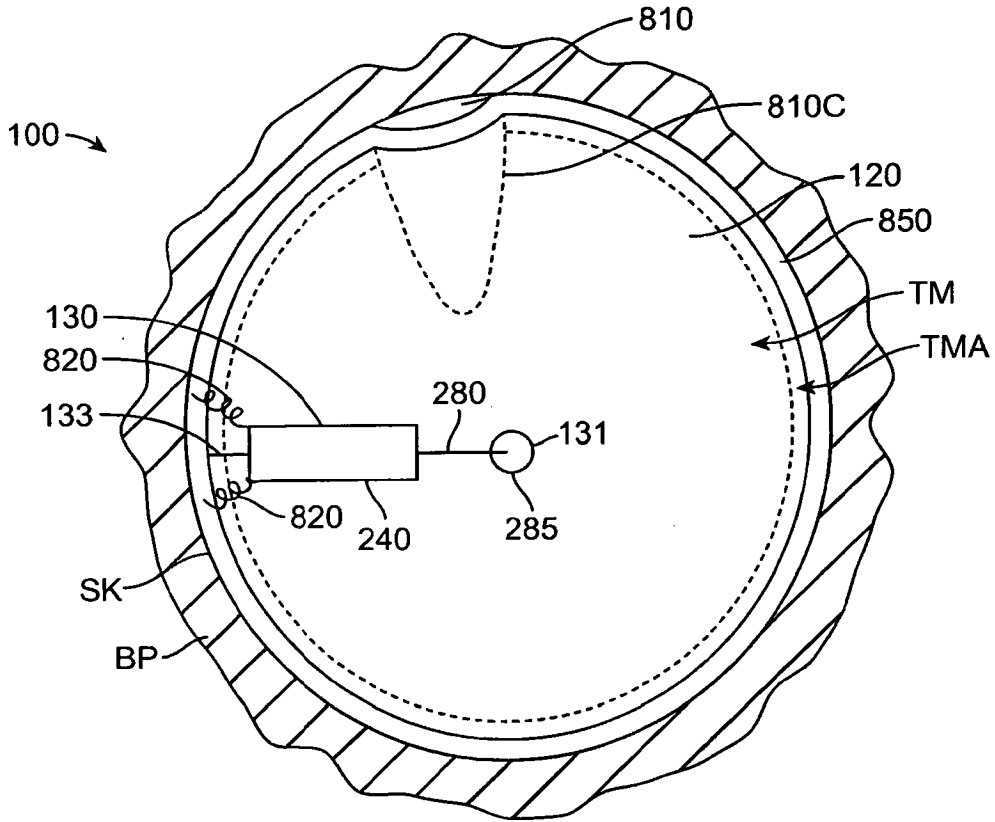


图9A

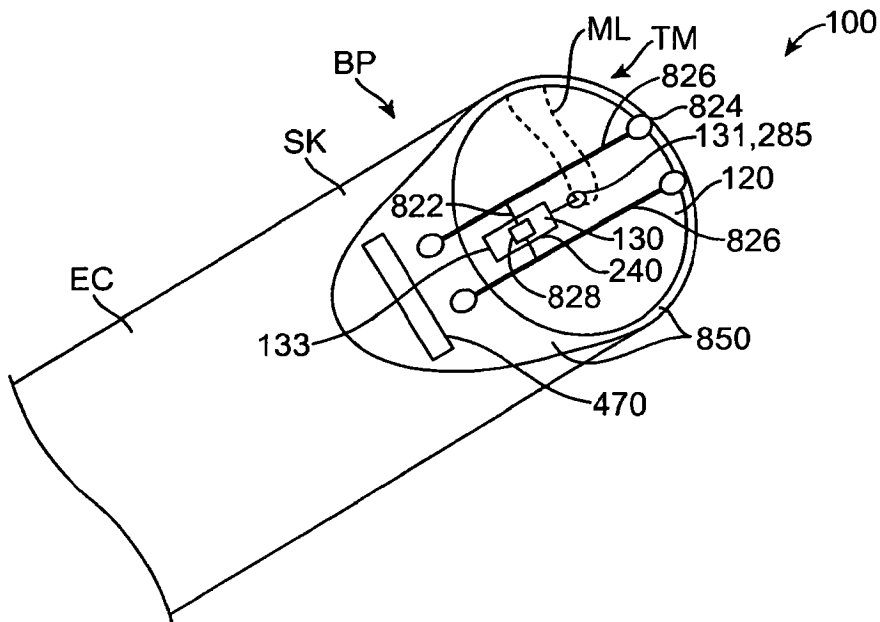


图9B

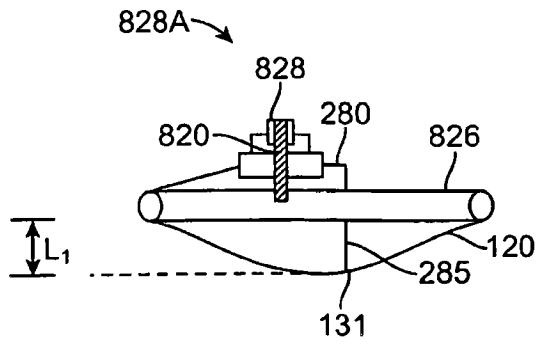


图9B1

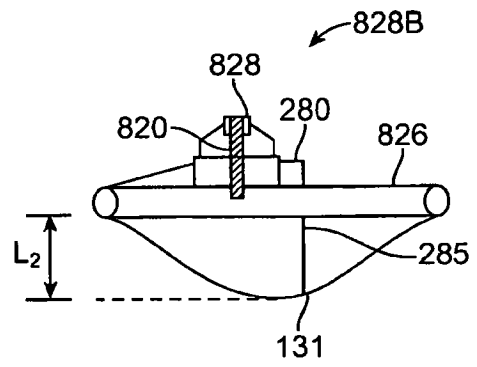


图9B2

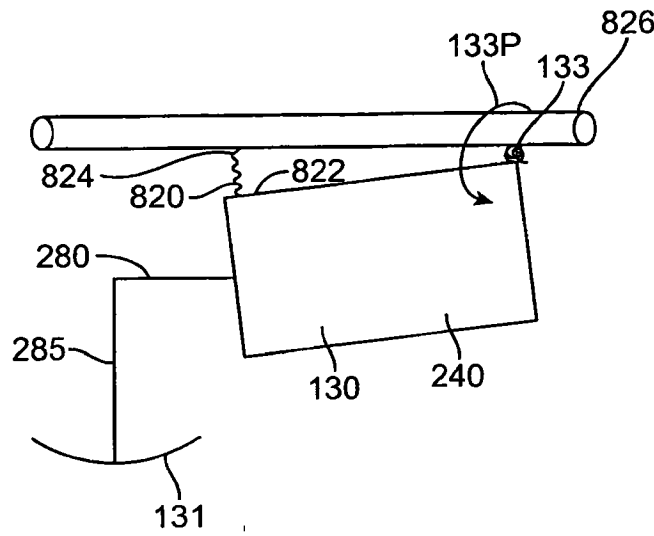


图9C1

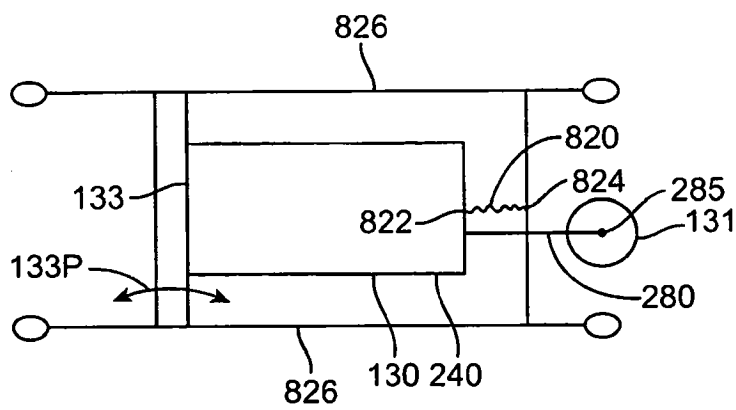


图9C2

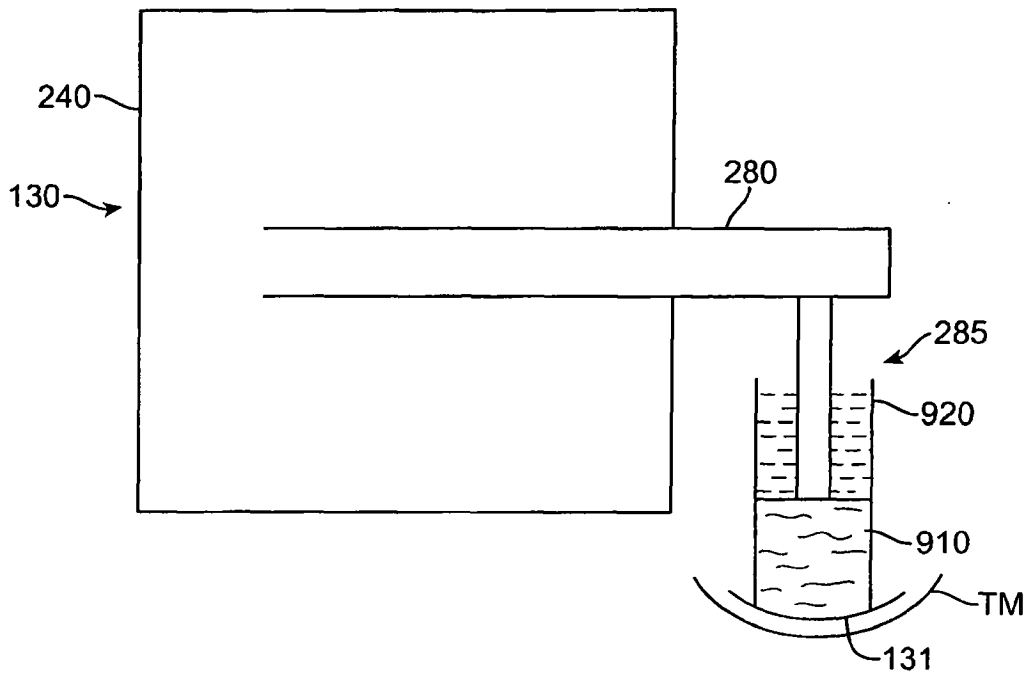


图9D1

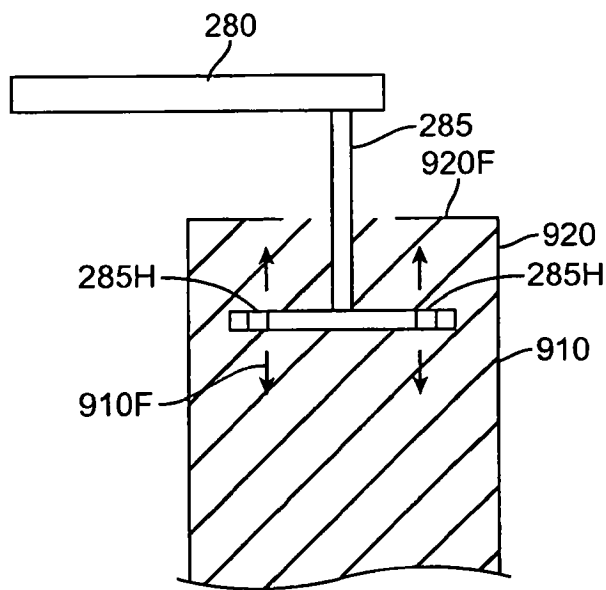


图9D2

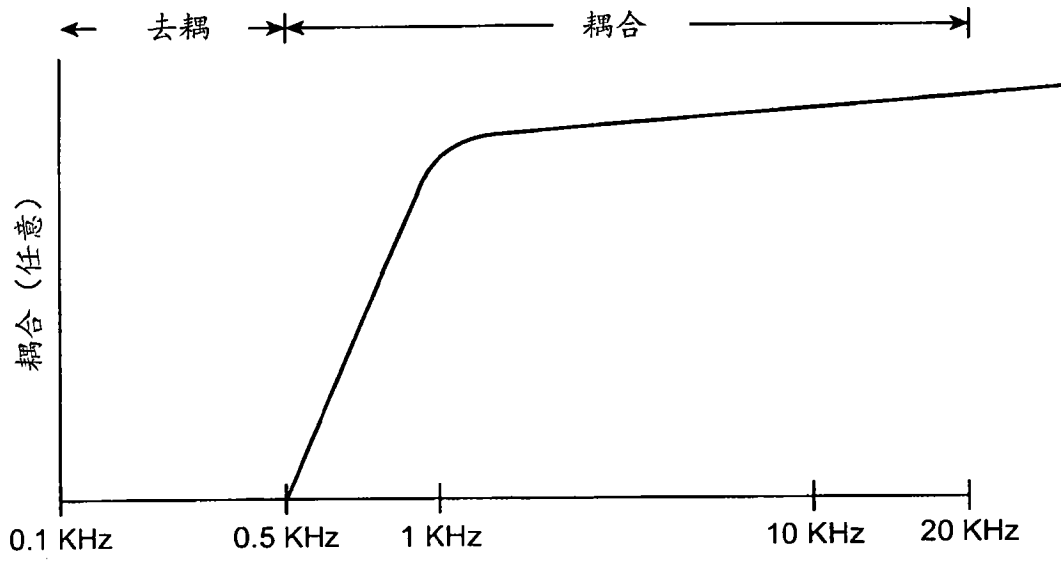


图9E

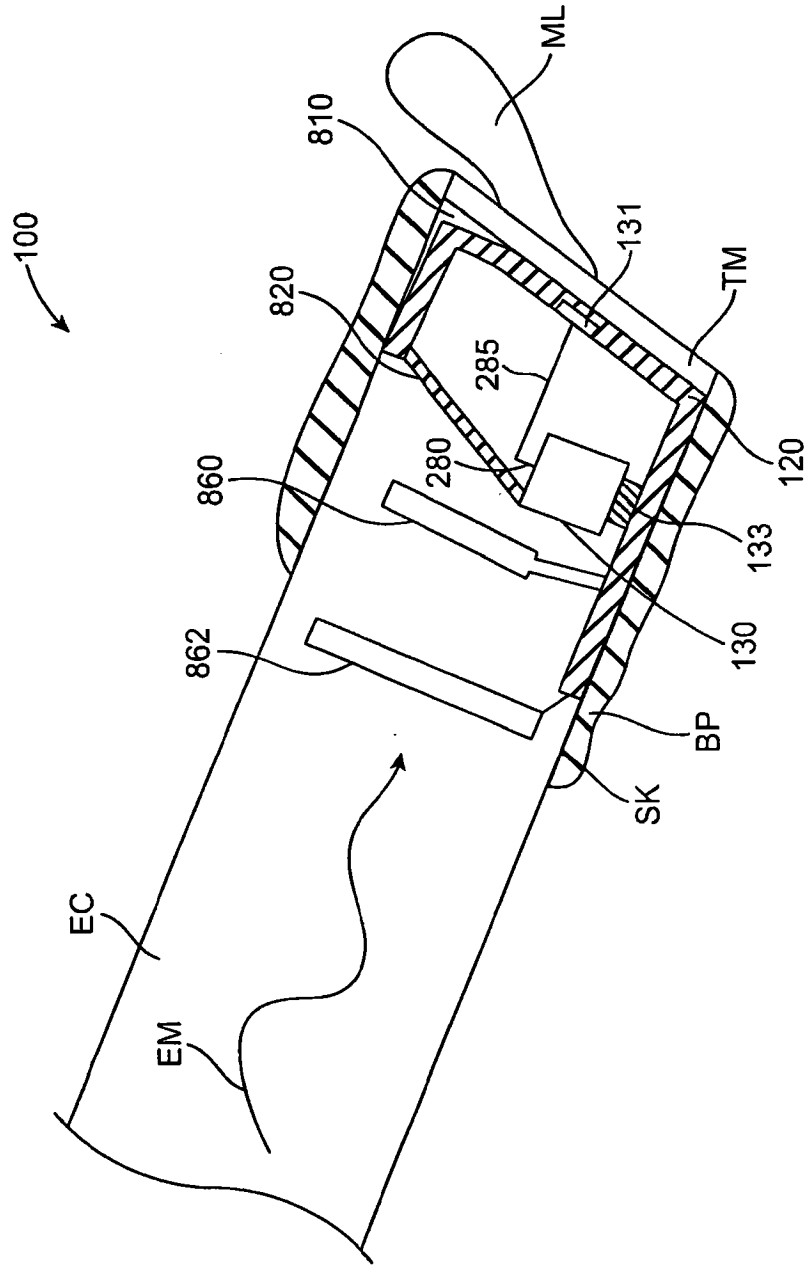


图10

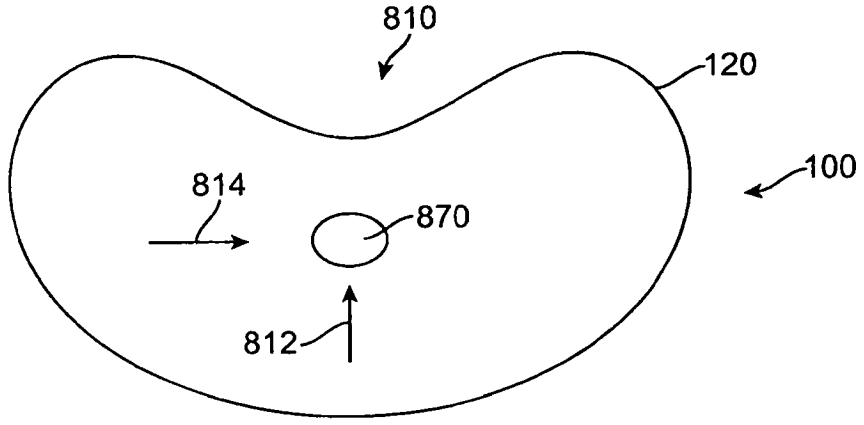


图11

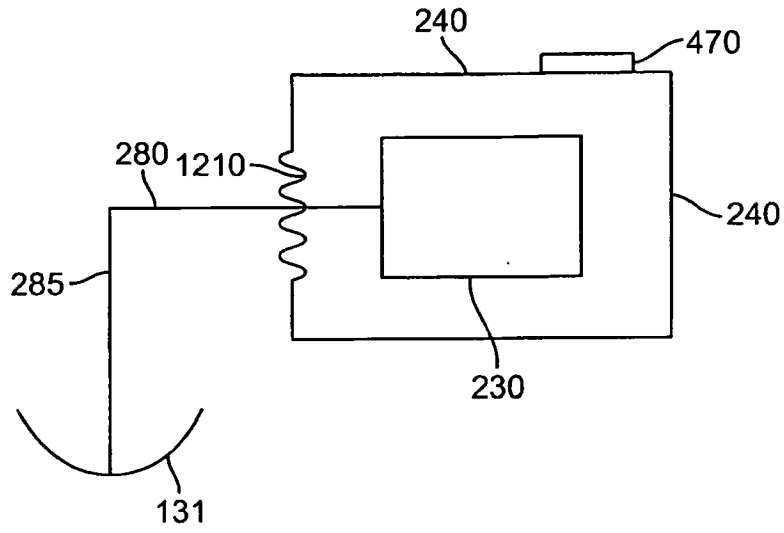


图12A

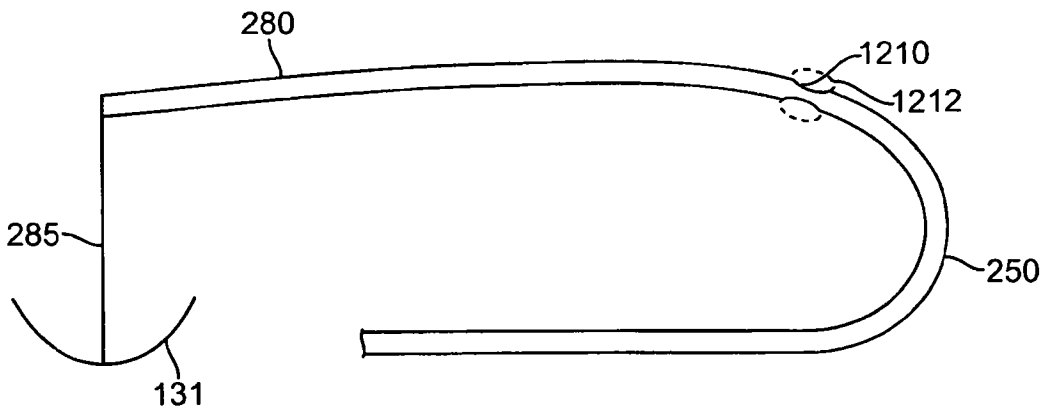


图12B

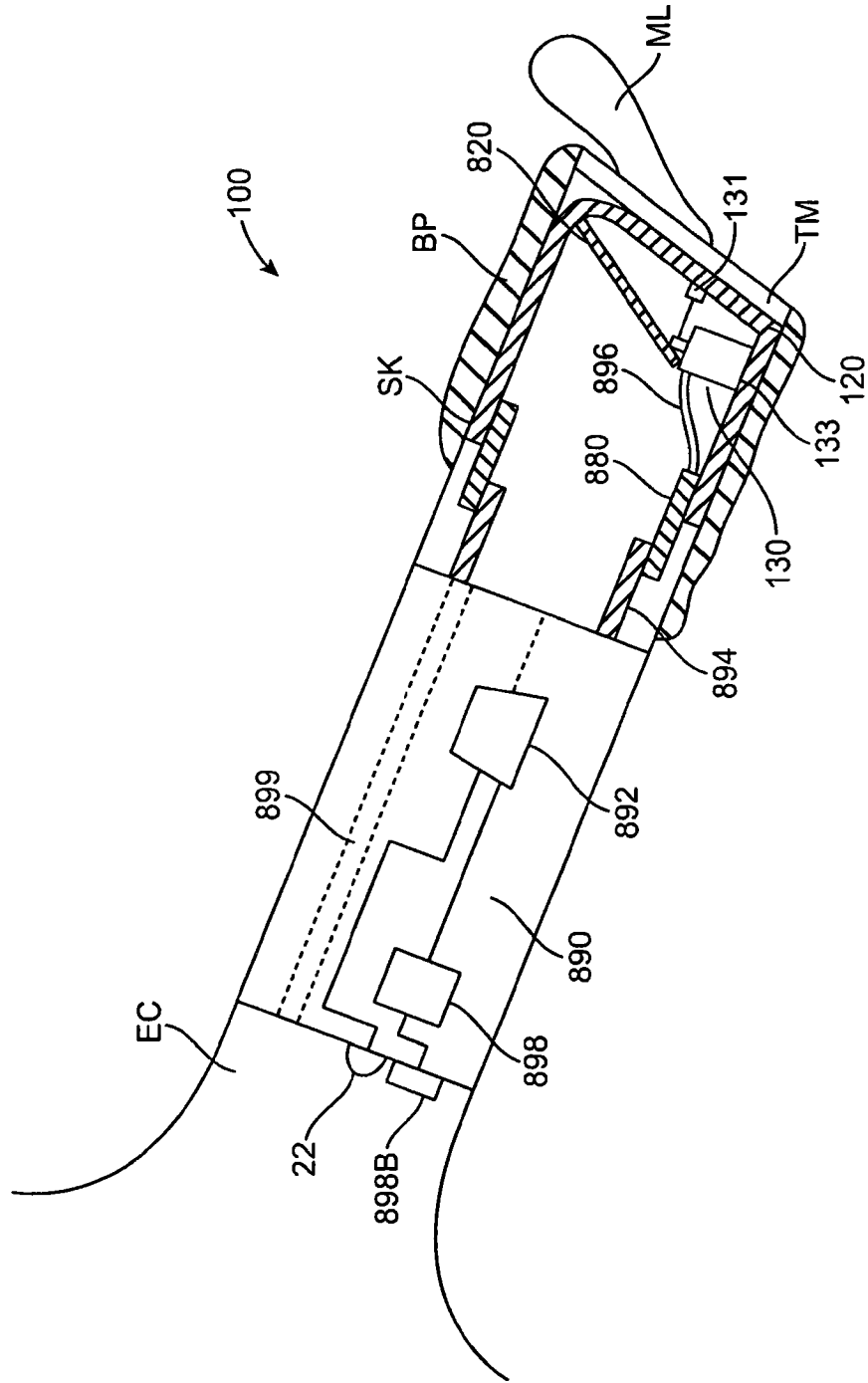


图13

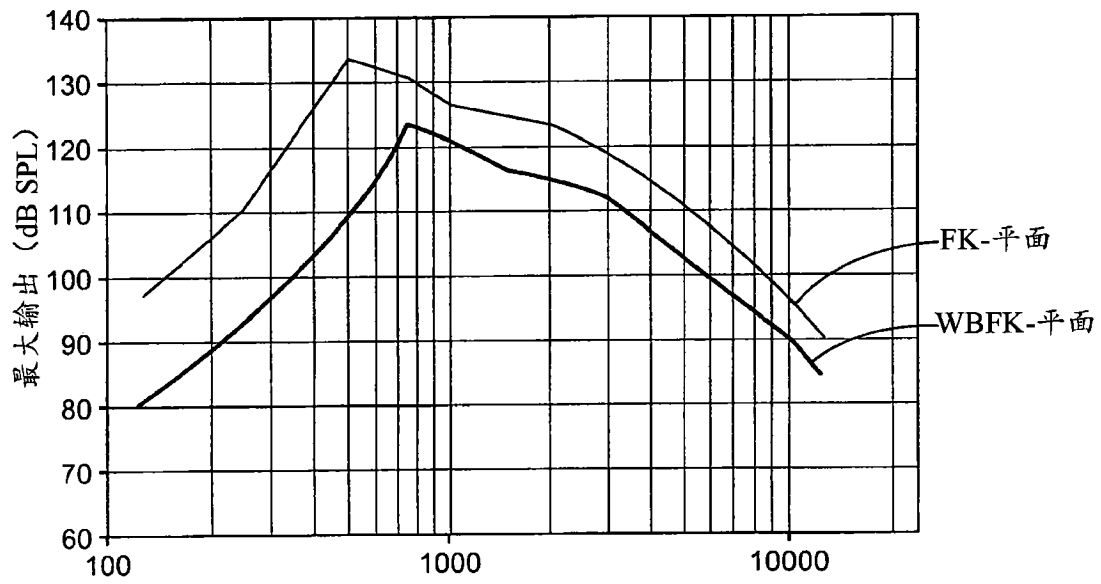


图14