(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114555247 B
(45)授权公告日 2023.09.01

(21)申请号 202080071075.2
(22)申请日 2020.10.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114555247 A
(43)申请公布日 2022.05.27
(30)优先权数据
62/913,351 2019.10.10 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.04.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/CA2020/051341 2020.10.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/068064 EN 2021.04.15
(73)专利权人 新宁研究院
地址 加拿大安大略省
(72)发明人 本杰明·卢赫特
塞缪尔·古纳塞兰
库莱沃·许尼宁
(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
专利代理师 王达佐 王艳春
(51)Int.Cl.
B06B 1/02(2006.01)
B06B 1/06(2006.01)
F25D 31/00(2006.01)
F28D 21/00(2006.01)
F28F 7/00(2006.01)
H01L 23/46(2006.01)
H10N 30/80(2023.01)
A61N 7/00(2006.01)
A61B 8/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 1820712 A,2006.08.23
CN 110191740 A,2019.08.30
US 2018055529 A1,2018.03.01
CN 101361664 A,2009.02.11
CN 106536068 A,2017.03.22
US 2013069484 A1,2013.03.21
WO 0103108 A2,2001.01.11
审查员 陈冬

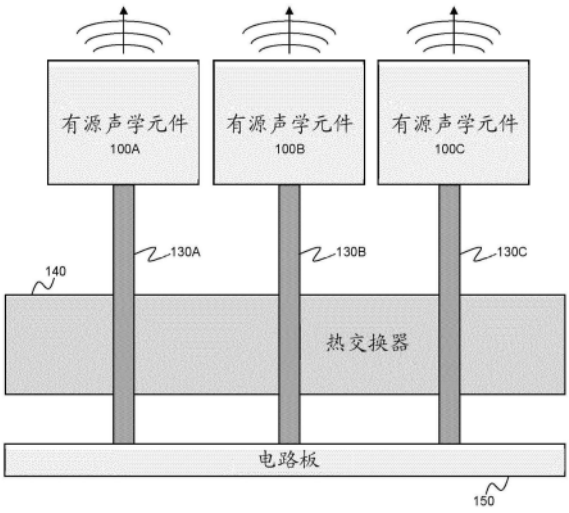
权利要求书6页 说明书19页 附图29页

(54)发明名称

用于冷却超声换能器和超声换能器阵列的系统和方法

(57)摘要

本申请公开了超声装置和系统，其中对超声换能器的有源声学元件的冷却经由延伸超出有源声学元件的近端以接触热交换器的导电构件来实现。导电构件在向有源声学元件传递电驱动信号的同时将热量传导到热交换器。有源声学元件的近端表面的不与导电构件接触的区域也可以不与液体或固体接触，从而有利于超声能量的反射。热交换器可以包括电绝缘流体，该电绝缘流体接触导电构件以去除通过导电构件传导的热量。有源声学元件可以是多层横向模式元件，并且导电构件可以形成横向模式元件的电极。



CN 114555247 B

1.一种超声装置,包括:

有源声学元件,被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量,所述有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面;

导电构件,与所述有源声学元件接触,用于将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件并用于传导来自所述有源声学元件的热量,所述导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面,使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述导电构件接触,其中所述导电构件能连接到驱动电子装置,用于通过所述导电构件将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件;以及

热交换器,在空间上从所述近端表面向近端方向偏移,所述热交换器接触所述导电构件的位于所述近端表面之外的部分,以在通过所述导电构件向所述有源声学元件传递电驱动信号的同时通过所述导电构件去除来自所述有源声学元件的热量,

其中,所述热交换器包括电绝缘流体,所述电绝缘流体接触所述导电构件的所述部分以去除通过所述导电构件传导的热量,而不接触所述有源声学元件。

2.根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述近端表面的不与所述导电构件接触的区域也不与液体或固体接触,从而有利于在所述近端表面的所述部分处反射超声能量。

3.根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述近端表面与所述热交换器之间具有间隙,从而有利于在所述近端表面的所述部分处反射超声能量,其中所述导电构件延伸跨过所述间隙以接触所述热交换器。

4.根据权利要求3所述的超声装置,其中,所述间隙是气隙。

5.根据权利要求3所述的超声装置,其中,所述间隙填充有除空气之外的气体。

6.根据权利要求1至4中任一项所述的超声装置,其中,所述近端表面包括信号电极,其中所述导电构件的远端接触所述信号电极。

7.根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述导电构件的所述远端在表面积比所述近端表面的总表面积的10%小的子区域内接触所述近端表面。

8.根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述导电构件的所述远端在表面积比小于所述近端表面的总表面积的5%小的子区域内接触所述近端表面。

9.根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述导电构件的所述远端在表面积比所述近端表面的总表面积的2%小的子区域内接触所述近端表面。

10.根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述导电构件与所述热交换器接触的部分中的所述导电构件的截面面积大于所述导电构件在所述远端处的所述导电构件的截面面积。

11.根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述导电构件与所述热交换器接触的部分中的所述导电构件的截面面积小于所述导电构件在所述远端处的所述导电构件的截面面积。

12.根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述导电构件与所述热交换器接触的部分中的所述导电构件的截面面积是可变的,并且大于和/或小于所述导电构件在所述远端处的所述导电构件的截面面积。

13.根据权利要求6所述的超声装置,其中,所述导电构件与所述热交换器接触的部分中的所述导电构件的截面区域是不均匀的、不对称的、粗糙的,或者具有延伸部分或其他结

构、形状、表面图案、或微结构，以增强热传递。

14.根据权利要求1至13中任一项所述的超声装置，其中，所述近端表面的不与所述导电构件接触的部分接触具有如下声阻抗的材料：所述声阻抗被选择为使得在所述近端表面的所述部分处至少50％的后向传播的超声能量被反射。

15.根据权利要求1至13中任一项所述的超声装置，其中，所述近端表面的不与所述导电构件接触的部分接触具有如下声阻抗的材料，所述声阻抗被选择为与所述有源声学元件的声阻抗相匹配，使得在所述近端表面的所述部分处后向传播的超声能量被抑制。

16.根据权利要求1至13中任一项所述的超声装置，其中，所述近端表面的不与所述导电构件接触的部分接触具有如下声阻抗的材料，所述声阻抗被选择为使得在所述近端表面的所述部分处小于10％的后向传播的超声能量被反射。

17.根据权利要求14至16中任一项所述的超声装置，其中，所述导电构件从所述近端表面延伸并且穿过所述材料与所述热交换器接触。

18.根据权利要求14至16中任一项所述的超声装置，其中，所述材料接触所述热交换器，以利于去除通过所述材料传导的热量。

19.根据权利要求14至16中任一项所述的超声装置，其中，所述材料是声衰减的。

20.根据权利要求1至19中任一项所述的超声装置，其中，所述导电构件的远端区域接触所述有源声学元件的电极。

21.根据权利要求1至19中任一项所述的超声装置，其中，所述导电构件的远端区域形成所述有源声学元件的电极。

22.根据权利要求1所述的超声装置，其中，所述导电构件与所述电绝缘流体接触的部分包括圆柱形段。

23.根据权利要求1所述的超声装置，其中，所述导电构件与所述电绝缘流体接触的部分包括平面翅片。

24.根据权利要求1所述的超声装置，其中，所述导电构件与所述电绝缘流体接触的部分包括延伸跨过所述热交换器的细长段，所述细长段具有一个或多个从中横向延伸的横向构件。

25.根据权利要求1至24中任一项所述的超声装置，还包括泵，所述泵被配置为使所述电绝缘流体流过所述热交换器。

26.根据权利要求1至25中任一项所述的超声装置，其中，所述热交换器是第一热交换器，所述超声装置还包括位于所述远端表面的远端上的第二热交换器，所述第二热交换器与所述有源声学元件热连通，使得在所述有源声学元件内产生的热量由所述第一热交换器在所述有源声学元件的近端上去除，并且由所述第二热交换器在所述有源声学元件的远端上去除。

27.根据权利要求1所述的超声装置，其中，所述热交换器包括热电冷却器。

28.根据权利要求1至19中任一项所述的超声装置，其中，所述有源声学元件是包括多个压电层的横向模式有源声学元件，所述多个压电层之间设置有电极以向所述远端方向激发横向模式超声发射。

29.根据权利要求28所述的超声装置，其中，所述导电构件的远端区域形成所述横向模式有源声学元件的电极。

30.根据权利要求1至29中任一项所述的超声装置，还包括位于所述热交换器的近端上的印刷电路板，其中，所述导电构件延伸超出所述热交换器并连接到所述印刷电路板，用于传递所述电驱动信号。

31.根据权利要求1至30中任一项所述的超声装置，其中，所述导电构件包括与所述有源声学元件接触的第一段，以及与所述热交换器接触的第二段，其中所述第一段可拆卸地连接到所述第二段以利于对所述超声装置进行模块化组装。

32.根据权利要求31所述的超声装置，其中，所述第一段的截面直径小于所述第二段的截面直径。

33.根据权利要求31或32所述的超声装置，其中，所述第一段和所述第二段中的一个包括用于容纳所述第一段和所述第二段中的另一个的插口。

34.根据权利要求31至33中任一项所述的超声装置，还包括壳体，所述壳体被配置为支撑所述有源声学元件和所述导电构件的所述第一段。

35.根据权利要求1至34中任一项所述的超声装置，其中，所述导电构件是第一导电构件，所述超声装置还包括第二导电构件；

所述第二导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面，使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述第二导电构件接触，其中所述第二导电构件可连接到驱动电子装置，以通过所述第二导电构件将电驱动信号传递到所述有源声学元件。

36.根据权利要求35所述的超声装置，其中，所述第一导电构件和所述第二导电构件接触所述近端表面的不同区域。

37.根据权利要求35所述的超声装置，其中，所述第二导电构件接触所述有源声学元件的接地电极。

38.根据权利要求1至21中任一项所述的超声装置，其中，所述有源声学元件是第一有源声学元件，并且所述导电构件是第一导电构件，所述超声装置还包括一个或多个额外声学有源元件，每个额外声学有源元件具有从中延伸超出其相应近端表面的相应额外导电构件，使得每个额外导电构件的部分接触所述热交换器，所述第一有源声学元件和所述额外声学有源元件限定一组有源声学元件，并且所述第一导电构件和所述额外导电构件限定一组导电构件，其中所述一组有源声学元件和所述一组导电构件被在空间上布置以形成超声阵列。

39.根据权利要求38所述的超声装置，其中，所述热交换器包括电绝缘流体，所述电绝缘流体接触每个导电构件的所述部分，以去除通过所述导电构件传导的热量。

40.根据权利要求39所述的超声装置，还包括位于所述热交换器内的绝缘间隔件，所述绝缘间隔件被配置为防止所述导电构件之间接触。

41.根据权利要求38所述的超声装置，还包括被配置为支撑所述一组有源声学元件的壳体。

42.根据权利要求41所述的超声装置，其中，所述一组导电构件中的每个导电构件包括接触相应的有源声学元件的第一段和接触所述热交换器的第二段，其中每个第一段由所述壳体支撑；

其中，所述壳体、所述一组有源声学元件和所述一组第一段形成阵列模块；以及

其中，所述一组第二段形成由所述热交换器支撑的冷却阵列；以及

其中，每个第一段能拆卸地连接到相应的第二段，使得所述阵列模块能从所述冷却阵列中拆卸，以利于对所述超声装置与所述热交换器进行模块化组装。

43.根据权利要求42所述的超声装置，其中，所述第一段的截面直径小于所述第二段的截面直径。

44.根据权利要求42或43所述的超声装置，其中，所述第一段和所述第二段中的一个包括用于容纳所述第一段和所述第二段中的另一个的插口。

45.根据权利要求42所述的超声装置，其中，所述阵列模块是第一阵列模块，并且所述冷却阵列是第一冷却阵列，所述超声装置还包括一个或多个额外阵列模块和一个或多个相应的冷却阵列。

46.根据权利要求45所述的超声装置，其中，每个阵列模块通过相应的冷却阵列连接到相应的电路板，以及其中，每个电路板连接到每-模块专用的驱动电子装置。

47.一种超声装置，包括：

有源声学元件，被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量，所述有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面；

导电构件，与所述有源声学元件接触，用于将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件并用于传导来自所述有源声学元件的热量，所述导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面，使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述导电构件接触；

电路板，在空间上从所述近端表面向近端方向偏移，其中所述导电构件的近端与所述电路板电接触，以将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件；以及

热交换器，与所述电路板热接触，用于去除通过所述导电构件和通过所述电路板传导的热量。

48.一种横向模式超声换能器，包括：

压电叠层，包括两个或更多个压电层，其中所述两个或更多个压电层沿着第一方向堆叠；

多个电极，所述多个电极包括：

一对外部电极，形成在所述压电叠层的相应外表面上，以及

一组内部电极，每个内部电极位于所述压电叠层的相邻压电层之间；

第一公共电极，与所述多个电极中的第一子组电连通；以及

第二公共电极，与所述多个电极中的第二子组电连通；

选择所述多个电极中的所述第一子组和所述多个电极中的所述第二子组，使得当以与所述压电叠层的横向模式耦合谐振相关联的频率在所述第一公共电极与所述第二公共电极之间施加驱动信号时：

在所述压电叠层的相邻压电层之间以相反方向施加所述驱动信号；以及

横向模式耦合使得所述压电叠层沿着垂直于所述第一方向的第二方向进行机械响应，从而沿着所述第二方向产生超声发射；

其中，所述第一公共电极至少部分地位于所述压电叠层的远端表面上，所述远端表面垂直于所述第二方向，并且其中，所述第二公共电极至少部分地位于与所述远端表面相对的近端表面上；

其中，电极的所述第二子组的每个内部电极通过相应的电绝缘通道与所述第一公共电极电隔离，所述电绝缘通道位于所述远端表面的近端并且从所述远端表面向近端方向延伸；以及

其中，电极的所述第一子组的每个内部电极通过相应的电绝缘通道与所述第二公共电极电隔离，所述电绝缘通道位于所述近端表面的近端并且从所述近端表面向远端方向延伸。

49.一种超声装置，包括：

壳体；

由所述壳体支撑的有源声学元件阵列，每个有源声学元件具有相应的远端超声发射表面和相应的近端表面；

第一导电构件的第一阵列，被支撑为使得每个有源声学元件与用于向每个有源声学元件提供电驱动信号的相应第一导电构件电连通，并且其中，每个第一导电构件向近端方向延伸超出与其连接的相应有源声学元件的相应近端表面；

热交换器；以及

第二导电构件的第二阵列，由所述热交换器支撑并与所述热交换器热接触；

其中，所述第一导电构件的第一阵列能连接到所述第二导电构件的第二阵列，用于通过将热量从所述有源声学元件阵列通过所述第一导电构件的第一阵列和所述第二导电构件的第二阵列传导到所述热交换器来利用所述热交换器冷却所述有源声学元件阵列；以及

其中，所述第二导电构件的第二阵列延伸穿过所述热交换器并能连接到驱动电子装置，用于在向所述有源声学元件阵列传递电驱动信号的同时冷却所述有源声学元件阵列。

50.一种超声装置，包括：

有源声学元件，被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量，所述有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面；

导电构件，与所述有源声学元件接触，用于将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件并用于传导来自所述有源声学元件的热量，所述导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面，使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述导电构件接触，其中所述导电构件能连接到驱动电子装置，用于通过所述导电构件将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件；以及

热交换器，在空间上从所述近端表面向近端方向偏移，所述热交换器接触所述导电构件的位于所述近端表面之外的部分，以在通过所述导电构件向所述有源声学元件传递电驱动信号的同时通过所述导电构件去除来自所述有源声学元件的热量，

其中，所述有源声学元件是包括多个压电层的横向模式有源声学元件，所述多个压电层之间设置有电极以向所述远端方向激发横向模式超声发射。

51.一种超声装置，包括：

有源声学元件，被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量，所述有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面；

导电构件，与所述有源声学元件接触，用于将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件并用于传导来自所述有源声学元件的热量，所述导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面，使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述导电构件接

触,其中所述导电构件能连接到驱动电子装置,用于通过所述导电构件将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件;

热交换器,在空间上从所述近端表面向近端方向偏移,所述热交换器接触所述导电构件的位于所述近端表面之外的部分,以在通过所述导电构件向所述有源声学元件传递电驱动信号的同时通过所述导电构件去除来自所述有源声学元件的热量;以及

印刷电路板,位于所述热交换器的近端上,其中,所述导电构件延伸超出所述热交换器并连接到所述印刷电路板,用于传递所述电驱动信号。

52.一种超声装置,包括:

有源声学元件,被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量,所述有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面;

导电构件,与所述有源声学元件接触,用于将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件并用于传导来自所述有源声学元件的热量,所述导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面,使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述导电构件接触,其中所述导电构件能连接到驱动电子装置,用于通过所述导电构件将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件;

热交换器,在空间上从所述近端表面向近端方向偏移,所述热交换器接触所述导电构件的位于所述近端表面之外的部分,以在通过所述导电构件向所述有源声学元件传递电驱动信号的同时通过所述导电构件去除来自所述有源声学元件的热量;

其中,所述导电构件是第一导电构件,所述超声装置还包括第二导电构件;

所述第二导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面,使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述第二导电构件接触,其中所述第二导电构件可连接到驱动电子装置,以通过所述第二导电构件将电驱动信号传递到所述有源声学元件。

53.一种超声装置,包括:

有源声学元件,被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量,所述有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面;

导电构件,与所述有源声学元件接触,用于将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件并用于传导来自所述有源声学元件的热量,所述导电构件从所述有源声学元件延伸超出所述近端表面,使得所述有源声学元件的所述近端表面的至少部分不与所述导电构件接触,其中所述导电构件能连接到驱动电子装置,用于通过所述导电构件将所述电驱动信号传递到所述有源声学元件;

热交换器,在空间上从所述近端表面向近端方向偏移,所述热交换器接触所述导电构件的位于所述近端表面之外的部分,以在通过所述导电构件向所述有源声学元件传递电驱动信号的同时通过所述导电构件去除来自所述有源声学元件的热量;

其中,所述有源声学元件是第一有源声学元件,并且所述导电构件是第一导电构件,所述超声装置还包括一个或多个额外声学有源元件,每个额外声学有源元件具有从中延伸超出其相应近端表面的相应额外导电构件,使得每个额外导电构件的部分接触所述热交换器,所述第一有源声学元件和所述额外声学有源元件限定一组有源声学元件,并且所述第一导电构件和所述额外导电构件限定一组导电构件,其中所述一组有源声学元件和所述一组导电构件被在空间上布置以形成超声阵列。

用于冷却超声换能器和超声换能器阵列的系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年10月10日提交的题为“SYSTEMS AND METHODS FOR COOLING ULTRASOUND TRANSDUCERS AND ULTRASOUND TRANSDUCER ARRAYS”的美国临时专利申请No.62/913,351的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

背景技术

[0003] 本公开涉及基于超声的治疗和成像。在一些方面,本公开涉及超声换能器和超声换能器阵列元件的冷却。

[0004] 产生超声波特别是在高功率的情况下会产生废热,该废热必须消散以防止损坏换能器。当前的缓解方法具有局限性。例如,对于高功率应用的使用,强制空气冷却不能足够快地去除热量。需要冷却液与换能器在除超声发射表面处接触的方法大大降低了换能器的效率。类似地,将相对大表面积的热沉或热交换器连接到换能器表面增加了设备上的机械负载并降低了设备有效性。

发明内容

[0005] 本公开公开了超声设备和系统,其中对超声换能器的有源声学元件的冷却是通过延伸超出有源声学元件的近端以接触热交换器的导电构件来实现。导电构件在将电驱动信号传递到有源声学元件的同时将热传导到热交换器。有源声学元件的近端表面的不与导电构件接触的区域也可以不与液体或固体接触,从而有利于超声能量的反射。热交换器可以包括电绝缘流体,该电绝缘流体接触导电构件以去除通过导电构件传导的热量。有源声学元件可以是多层横向模式元件,并且导电构件可以形成横向模式元件的电极。

[0006] 因此,在第一方面,提供了一种超声装置,包括:

[0007] 有源声学元件,被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量,有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面;

[0008] 导电构件,与有源声学元件接触,用于将电驱动信号传递到有源声学元件并用于传导来自有源声学元件的热量,导电构件从有源声学元件延伸超出近端表面,使得有源声学元件的近端表面的至少部分不与导电构件接触,其中导电构件可连接到驱动电子装置,用于通过导电构件将电驱动信号传递到有源声学元件;以及

[0009] 热交换器,在空间上从近端表面向近端方向偏移,热交换器接触导电构件的位于近端表面之外的部分,以在通过导电构件向有源声学元件传递电驱动信号的同时通过导电构件从有源声学元件中去除热量。

[0010] 在装置的一个示例性实施方式中,近端表面的不与导电构件接触的区域也不与液体或固体接触,从而有利于在近端表面的部分处反射超声能量。

[0011] 在装置的一个示例性实施方式中,近端表面与热交换器之间具有间隙,从而有利于在近端表面的部分处反射超声能量,其中导电构件延伸跨过间隙以接触热交换器。间隙可以是气隙。间隙可以填充有除空气之外的气体。

[0012] 在装置的一个示例性实施方式中，近端表面包括信号电极，其中导电构件的远端接触信号电极。导电构件的远端可以在表面积比于近端表面的总表面积的10％小的子区域内接触近端表面。导电构件的远端可以在表面积比近端表面的总表面积的5％小的子区域内接触近端表面。导电构件的远端可以在表面积比近端表面的总表面积的2％小的子区域内接触近端表面。

[0013] 导电构件与热交换器接触的部分中的导电构件的截面面积可以大于导电构件在远端处的导电构件的截面面积。导电构件与热交换器接触的部分中的导电构件的截面面积可以小于导电构件在远端处的导电构件的截面面积。导电构件与热交换器接触的部分中的导电构件的截面面积可以是可变的，并且大于和/或小于导电构件在远端处的导电构件的截面面积。导电构件与热交换器接触的部分中的导电构件的截面区域可以是不均匀的、不对称的、粗糙的，或者具有延伸部分或其他结构、形状、表面图案、或微结构，以增强热传递。

[0014] 在装置的一个示例性实施方式中，近端表面的不与导电构件接触的部分接触具有如下声阻抗的材料：声阻抗被选择为使得在近端表面的部分处至少50％的后向传播的超声能量被反射。

[0015] 在装置的一个示例性实施方式中，近端表面的不与导电构件接触的部分接触具有如下声阻抗的材料：声阻抗被选择为与有源声学元件的声阻抗相匹配，从而在近端表面的部分处后向传播的超声能量被抑制。

[0016] 在装置的一个示例性实施方式中，近端表面的不与导电构件接触的部分接触具有如下声阻抗的材料：声阻抗被选择为使得在近端表面的部分处小于10％的后向传播的超声能量被反射。导电构件可以从近端表面延伸并且穿过材料与热交换器接触。材料可以接触热交换器，以利于去除通过材料传导的热量。材料可以是声衰减的。

[0017] 在装置的一个示例性实施方式中，导电构件的远端区域接触有源声学元件的电极。

[0018] 在装置的一个示例性实施方式中，导电构件的远端区域形成有源声学元件的电极。

[0019] 在装置的一个示例性实施方式中，热交换器包括电绝缘流体，电绝缘流体接触导电构件的部分以去除通过导电构件传导的热量，而不接触有源声学元件。

[0020] 导电构件与电绝缘流体接触的部分可以包括圆柱形段。导电构件与电绝缘流体接触的部分可以包括平面翅片。导电构件与电绝缘流体接触的部分可以包括延伸跨过热交换器的细长段，细长段具有一个或多个从中横向延伸的横向构件。

[0021] 装置还可以包括配置为使电绝缘流体流过热交换器的泵。热交换器可以是第一热交换器，超声装置还可以包括位于远端表面的远端上的第二热交换器，第二热交换器与有源声学元件热连通，使得在有源声学元件内产生的热量由第一热交换器在有源声学元件的近端上去除，并且由第二热交换器在有源声学元件的远端上去除。

[0022] 热交换器可以包括热电冷却器。

[0023] 在装置的一个示例性实施方式中，有源声学元件是包括多个压电层的横向模式有源声学元件，多个压电层之间设置有电极以向远端方向激发横向模式超声发射。导电构件的远端区域可以形成横向模式有源声学元件的电极。

[0024] 在装置的一个示例性实施方式中，装置还可以包括位于热交换器的近端上的印刷

电路板，其中，导电构件延伸超出热交换器并连接到印刷电路板，以传递电驱动信号。

[0025] 在装置的一个示例性实施方式中，导电构件可以包括与有源声学元件接触的第一段，以及与热交换器接触的第二段，其中第一段可拆卸地连接到第二段以利于对超声装置进行模块化组装。第一段的截面直径可以小于第二段的截面直径。第一段和第二段中的一个可以包括用于容纳第一段和第二段中的另一个的插口。装置可以还包括壳体，壳体被配置为支撑有源声学元件和导电构件的第一段。

[0026] 在装置的一个示例性实施方式中，导电构件是第一导电构件，超声装置还包括第二导电构件；第二导电构件从有源声学元件延伸超出近端表面，使得有源声学元件的近端表面的至少部分不与第二导电构件接触，其中第二导电构件可连接到驱动电子装置，以通过第二导电构件将电驱动信号传递到有源声学元件。第一导电构件和第二导电构件可以接触近端表面的不同区域。第二导电构件可以接触有源声学元件的接地电极。

[0027] 在装置的一个示例性实施方式中，有源声学元件是第一有源声学元件，并且导电构件是第一导电构件，超声装置还包括一个或多个额外声学有源元件，每个额外声学有源元件具有从中延伸超出其相应近端表面的相应额外导电构件，使得每个额外导电构件的部分接触热交换器，第一有源声学元件和额外声学有源元件限定一组有源声学元件，并且第一导电构件和额外导电构件限定一组导电构件，其中一组有源声学元件和一组导电构件被在空间上布置以形成超声阵列。热交换器可以包括电绝缘流体，电绝缘流体接触每个导电构件的部分，以去除通过导电构件传导的热量。装置可以还包括位于热交换器内的绝缘间隔件，绝缘间隔件被配置为防止导电构件之间接触。装置可以还包括被配置为支撑一组有源声学元件的壳体。

[0028] 一组导电构件中的每个导电构件可以包括接触相应的有源声学元件的第一段和接触热交换器的第二段，其中每个第一段由壳体支撑；其中，壳体、一组有源声学元件和一组第一段形成阵列模块；以及其中，一组第二段形成由热交换器支撑的冷却阵列；以及其中，每个第一段可拆卸地连接到相应的第二段，使得阵列模块可从冷却阵列中拆卸，以利于对超声装置与热交换器进行模块化组装。

[0029] 第一段的截面直径可以小于第二段的截面直径。第一段和第二段中的一个可以包括用于容纳第一段和第二段中的另一个的插口。阵列模块可以是第一阵列模块，并且冷却阵列可以是第一冷却阵列，超声装置可以还包括一个或多个额外的阵列模块和一个或多个相应的冷却阵列。每个阵列模块可以通过相应的冷却阵列连接到相应的电路板，以及其中每个电路板连接到每-模块专用的驱动电子装置。

[0030] 在另一方面，提供了一种超声装置，包括：

[0031] 有源声学元件，被配置为当向其施加电驱动信号时产生超声能量，有源声学元件具有向远端方向发射超声能量的远端表面和相对的近端表面；

[0032] 导电构件，与有源声学元件接触，用于将电驱动信号传递到有源声学元件并用于传导来自有源声学元件的热量，导电构件从有源声学元件延伸超出近端表面，使得有源声学元件的近端表面的至少部分不与导电构件接触；

[0033] 电路板，在空间上从近端表面向近端方向偏移，其中导电构件的近端与电路板电接触，以将电驱动信号传递到有源声学元件；以及

[0034] 热交换器，与电路板热接触，用于去除通过导电构件和电路板传导的热量。

[0035] 在另一方面，提供了一种横向模式超声换能器，包括：

[0036] 压电叠层，包括两个或更多个压电层，其中两个或更多个压电层沿着第一方向堆叠；

[0037] 多个电极，该多个电极包括：

[0038] 一对外部电极，形成在压电叠层的相应外表面上，以及

[0039] 一组内部电极，每个内部电极位于压电叠层的相邻压电层之间；

[0040] 第一公共电极，与多个电极中的第一子组电连通；以及

[0041] 第二公共电极，与多个电极中的第二子组电连通；

[0042] 选择多个电极中的第一子组和多个电极中的第二子组，使得当以与压电叠层的横向模式耦合谐振相关联的频率在第一公共电极与第二公共电极之间施加驱动信号时：

[0043] 在压电叠层的相邻压电层之间以相反方向施加驱动信号；以及横向模式耦合使得压电叠层沿着垂直于第一方向的第二方向进行机械响应，从而沿着第二方向产生超声发射；

[0044] 其中，第一公共电极至少部分地位于压电叠层的远端表面上，远端表面垂直于第二方向，并且其中，第二公共电极至少部分地位于与远端表面相对的近端表面上；

[0045] 其中，电极的第二子组的每个内部电极通过相应的电绝缘通道与第一公共电极电隔离，电绝缘通道位于远端表面的近端并且从远端表面向近端方向延伸；以及

[0046] 其中，电极的第一子组的每个内部电极通过相应的电绝缘通道与第二公共电极电隔离，电绝缘通道位于近端表面的近端并且从近端表面向远端方向延伸。

[0047] 在另一方面，提供了一种超声装置，包括：

[0048] 壳体；

[0049] 由壳体支撑的有源声学元件阵列，每个有源声学元件具有相应的远端超声发射表面和相应的近端表面；

[0050] 第一导电构件的第一阵列，被支撑为使得每个有源声学元件与用于向每个有源声学元件提供电驱动信号的相应第一导电构件电连通，并且其中，每个第一导电构件向近端方向延伸超出与其连接的相应有源声学元件的相应近端表面；

[0051] 热交换器；以及

[0052] 第二导电构件的第二阵列，由热交换器支撑并与热交换器热接触；

[0053] 其中，第一导电构件的第一阵列能连接到第二导电构件的第二阵列，用于通过将热量从有源声学元件阵列通过第一导电构件的第一阵列和第二导电构件的第二阵列传导到热交换器来利用热交换器冷却有源声学元件阵列；以及

[0054] 其中，第二导电构件的第二阵列延伸穿过热交换器并能连接到驱动电子装置，用于在向有源声学元件阵列传递电驱动信号的同时冷却有源声学元件阵列。

[0055] 通过参考以下详细描述和附图，可以实现对本公开的功能和有益方面的进一步理解。

附图说明

[0056] 现在将参考附图仅以示例的方式描述实施方式，其中：

[0057] 图1A示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，其中导电构件与超声换

能器的有源声学元件接触并且还与近端热交换器接触，用于将电驱动信号传递到超声换能器的有源声学元件并用于从有源声学元件中去除热量。

[0058] 图1B示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，示出还通过热交换器进行接地连接的示例性配置。

[0059] 图1C示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，示出电路板位于有源声学元件的近端表面与热交换器之间的示例性结构。

[0060] 图1D和1E示出了导电构件与电路板电接触并热接触的示例性实施方式，并且其中电路板与热交换器热接触。

[0061] 图2示意性地示出了超声换能器阵列元件的阵列通过接触公共热交换器的每元件的导电构件而被近端冷却的示例性实施方式。

[0062] 图3A示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，示出换热器利用与导电构件接触的电绝缘流体从中去除热量的示例性配置。

[0063] 图3B示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，示出双热交换器结构，其在超声换能器的有源声学元件的近端和远端表面上采用了单独的基于流体的热交换器环以有效地去除热量。

[0064] 图4示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面视图，其中导电构件延伸超出超声换能器的有源声学元件的近端表面并且截面面积是变化的，示出在与有源声学元件的近端表面接触的位置处的截面面积小于在与热交换器接触的区域内的截面面积的示例性情况。

[0065] 图5A示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，其中多个导电构件延伸超出有源声学元件的近端表面以接触热交换器。

[0066] 图5B示出了示例性近端冷却超声换能器装置的截面图，其中多个导电构件延伸超出近端表面并合并成与热交换器接触的公共近端导电段。

[0067] 图6A示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，其中超声换能器是横向模式超声换能器。

[0068] 图6B示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，其中超声换能器是横向模式超声换能器，其中横向模式超声换能器的多个电极延伸超出近端表面并接触热交换器。

[0069] 图7示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面视图，其中导电构件接触有源声学元件的侧表面，并且向近端方向延伸超出有源声学元件的近端表面以接触热交换器。

[0070] 图8示出了近端冷却的超声换能器装置的示例性实施方式，其中声学有源元件的近端表面在不接触导电构件的区域上与额外的材料接触，使得导电构件向近端方向延伸穿过材料与热交换器接触。该材料可以被选择为与有源声学元件阻抗匹配或阻抗不匹配，以分别在有源声学元件的近端表面发射或反射超声能量。

[0071] 图9示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面视图，其中超声换能器被容纳在壳体内，示出壳体支撑超声换能器使得间隙位于超声换能器的有源声学元件的近端表面和壳体之间以及导电构件延伸跨过间隙的示例性配置。

[0072] 图10A和图10B示出了示例性近端冷却的超声换能器装置的截面图，其中导电构件

包括可拆卸地连接到第二段的第一段，示出超声换能器和导电构件的第一部分由壳体支撑的示例性配置。

[0073] 图11示出了示例性实施方式，其中超声换能器阵列元件的阵列通过接触公共热交换器的每元件的导电构件而被近端冷却，其中每个导电构件包括第一段，并且其中每个有源声学元件和导电构件的每个第一部分由壳体支撑以形成阵列模块。每个导电构件还包括第二段，第二段接触热交换器并由热交换器支撑以形成可拆卸地连接到阵列模块的冷却阵列。

[0074] 图12示出了示例性实施方式，其中多个阵列模块可拆卸地连接到接触公共热交换器的相应冷却阵列。

[0075] 图13示意性地示出了使用近端冷却的超声换能器装置执行超声治疗或成像的示例性系统。

[0076] 图14A至图14F示出了可连接到热交换器的冷却阵列和电路板以进行冷却并传递电驱动信号的示例性超声阵列模块。

[0077] 图15示出了连接到印刷电路板以在与热交换器组装之前进行测试的示例性阵列模块。

[0078] 图16示出了包括多个超声阵列模块的示例性多模块超声装置，其中每个超声阵列模块包括分别接触超声阵列元件的近端延伸导电构件的专用阵列，并且其中每个近端延伸导电构件的阵列延伸到公共热交换器并与之接触。

[0079] 图17示出了具有配置为用于冷却每个超声阵列模块远端的远端热交换器的示例性多模块超声装置。

[0080] 图18示出了示例性多模块超声装置的截面。

[0081] 图19示出了示例性多模块超声装置的细节截面图。

具体实施方式

[0082] 将参考以下讨论的细节来描述本公开的各种实施方式和方面。以下描述和附图是本公开的示例，而不应被解释为限制本公开。为了提供对本公开各种实施方式的透彻理解，描述了很多具体细节。然而，在某些情况下，为了提供对本公开实施方式的简洁讨论，未对公知或常规的细节进行描述。

[0083] 如本文所使用的，术语“包括”和“包含”应被解释为是包含性的和开放式的，而不是排他性的。具体地，当在说明书和权利要求书中使用时，术语“包括”和“包含”及其变型意味着包括指定的特征、步骤或部件。这些术语不应被解释为排除其他特征、步骤或部件的存在。

[0084] 如本文所使用的，术语“示例性”意味着“用作示例、实例或说明”，而不应当被解释为比本文所公开的其他配置更优选或更有益。

[0085] 如本文所使用的，术语“约”和“大约”意味着涵盖可存在于数值范围的上限和下限的变化，例如性质、参数和尺寸的变化。除非另有说明，术语“约”和“大约”是指正负25％或更少。

[0086] 应当理解，除非另有说明，否则任何指定范围或组涉及范围或组的各个和每个元件以及其中涵盖的各个和每个可能的子范围或子组的简写方式，并且任何子范围或子组与

之类似。除非另有说明，否则本公开涉及并明确地并入各个和每个特定元件以及子范围或子组的组合。

[0087] 如本文所使用的，当与数量或参数结合使用时，术语“约”是指跨度为约十分之一至十倍于数量或参数的范围。

[0088] 本发明人试图克服常规超声换能器冷却方法的上述限制。不采用通过与冷却流体直接接触来冷却超声换能器的常规方法，其由于冷却流体与超声换能器的声耦合而可能会导致影响换能器的性能，本发明人寻求一种导电冷却解决方案，该解决方案将实现有效冷却，同时避免与超声换能器不必要的或不适当的流体或机械接触。本发明人还寻求一种紧凑型解决方案，该解决方案将可适用于单独的超声换能器，还可适用于超声阵列元件。

[0089] 本发明人认识到，通过使用电导体将电驱动信号传递到超声换能器并且电导体还被用作经由热传导提取热量的路径，超声换能器可以在其近端被冷却，同时对其声学性能的影响最小。发明人发现，这种方法有益于减少或最小化与超声换能器的机械接触并避免与超声换能器的流体接触。

[0090] 图1A中示出了这种实施方式的示例，该图示出了包括有源声学元件100的超声装置，有源声学元件100具有用于发射超声能量的远端表面110和相对的近端表面120。该图示意性地示出了经由热交换器140对有源声学元件100进行近端冷却，其中热交换器140经由导电构件130与有源声学元件100热接触，导电构件130还将电驱动信号传递到有源声学元件100。

[0091] 如图1A所示，导电构件130接触有源声学元件100以将电驱动信号传递到有源声学元件100以产生超声能量，并且还接触热交换器140以去除在有源声学元件100内产生的热量。在超声换能器用于检测的一些示例性实施方式中，导电构件130还可以用于将检测到的信号传递到检测电路(例如，用于产生超声图像)。

[0092] 导电构件130从有源声学元件100延伸超出有源声学元件100的近端表面120以接触热交换器140，热交换器140在空间上从近端表面120(向近端方向)偏移。因此，在通过导电构件130向有源声学元件100传递电驱动信号的同时，通过导电构件130将在有源声学元件100内产生的热量热传导到热交换器140。

[0093] 在图1A所示的示例性实施方式中，经由导电构件130与电路板150(例如，柔性印刷电路板)的接触，通过导电构件130传递电驱动信号。电路板可以包括驱动电子装置，或者可以提供导电路径以驱动位于远端的电子装置。可选地，导电构件130可在其近端或区域处接触导线、电缆、焊球的球栅阵列或其他电连接器或电导，以利于电驱动信号的传递。

[0094] 导电构件130具有足够的导电性，以利于将电驱动信号传递到有源声学元件100。用于形成同样导热的导电构件的导电材料的非限制性实例包括金属、合金、掺杂半导体和非金属电导体(例如，石墨和导电聚合物)。在一些示例性实施方式中，导电构件由具有至少10^5S/m的电导率和至少1W/m•K的热导率的材料形成。

[0095] 在一些示例性实施方式中，导电构件130可以接触有源声学元件100的电极(图1A中未示出这种电极)，而在其他示例性实施方式中，导电构件130自身可以形成有源声学元件100的电极。图1B示出了导电构件130接触位于有源声学元件表面上的电极122的示例性结构。尽管图1B示出了导电构件130接触位于近端表面120上的电极122，在可选示例性实施方式中，导电构件130可以接触位于有源声学元件的侧表面上的电极，例如形成在表面124

上的电极。

[0096] 尽管在图1A中未示出，可以采用单独的导电路径以利于有源声学元件100的电极接地连接。在图1B中示出了示例性接地连接，其中与位于有源声学元件100的远端表面110上的接地电极112连接。在图1B所示的示例性实施方式中，接地电极112可以与额外的导电构件135电连通，额外的导电构件135也延伸穿过并接触热交换器140。在其他示例性实施方式中，可以在不与热交换器140接触的情况下进行接地连接。

[0097] 尽管前述实施方式示出和描述了电路板(或电缆/连接器)位于热交换器的近端，使得热交换器位于电路板与有源声学元件的近端表面之间，但是电路板(或电缆/连接器)还可以位于有源声学元件的近端表面与热交换器之间，使得导电构件穿过电路板(或电缆/连接器)接触电路板(或电缆/连接器)的传导路径以传递电驱动信号，并且进一步向近端方向延伸以接触热交换器。根据图1C中示出的这种可选示例性实施方式，通过位于电路板150与有源声学元件100的近端表面120之间的、导电构件130的远端部分传导的一些热量可以通过电路板(或电缆/连接器)的热质量去除，而剩余的热量通过热交换器140去除。可选地，在电路板也包括产生热量的有源电气元件的情况下，热交换器可以去除有源声学元件100和电路板150两者产生的热量。

[0098] 尽管图1C中示出的示例性实施方式示出了位于电路板150与热交换器140之间的间隙，但是应当理解，电路板150可以与热交换器140直接热接触。例如，如图1D所示，导电构件130可以穿过电路板150与热交换器140接触。当电路板150包括产生热量的有源电气元件时，这种示例性实施方式特别有用，在这种情况下，热交换器140可以用于从电路板150和有源声学元件100两者中去除热量。

[0099] 图1E示出了可选示例性实施方式，其中导电构件130的近端接触电路板150，使得导电构件130经由中间电路板150与热交换器140间接热接触。在这种情况下，在有源声学元件100内产生的热量通过电路板150传导并且随后由热交换器140提取。在本文所示的各种示例性实施方式中，导电构件130接触有源声学元件100，使得有源声学元件100的近端表面120的至少部分不与导电构件130接触。近端表面与导电构件130的这种有限接触或不接触分别减少或避免了在有源声学元件100内产生的向后传播的超声波产生反射的超声波，并且还减少了有源声学元件100对由导电构件130引起的电驱动信号的机械响应的扰动。

[0100] 尽管在图1A中未示出，除了有源声学元件100之外的一个或多个层，超声换能器还可以包括例如但不限于一个或多个阻抗匹配层、声学透镜、防水和/或电绝缘远端膜、一个或多个电极和背衬层。

[0101] 在图1A所示的示例性实施方式中，导电构件130的远端仅接触有源声学元件100的近端表面120的子区域，使得近端表面120的大部分表面积不与导电构件130接触。根据这种示例性实施方式，导电构件130的远端可以接触有源声学元件100的近端表面120的子区域，该子区域是近端表面120的总表面积的部分，其中该部分可以小于50％、小于40％、小于30％、小于20％、小于10％、小于5％、小于2％、或小于1％。在一些示例性实施方式中，导电构件的远端具有小于$1mm^2$、小于$0.5mm^2$、小于$0.2mm^2$、小于$0.01mm^2$、小于$0.05mm^2$、小于$0.02mm^2$或小于$0.01mm^2$的表面积。

[0102] 应当理解，导电构件130从有源声学元件中去除热量的能力取决于许多因素，例如但不限于导电构件的导热性、导电构件与有源声学元件100的近端表面120之间的接触面

积、导电构件与热交换器140之间的接触面积、以及热交换器的热特性。本领域技术人员可以改变这些参数，以便针对给定应用确定合适的值(例如，为了获得足够的热量提取或者为了获得有源声学元件100规定的操作温度)。

[0103] 在本文公开的几个示例性实施方式中，近端表面120的不与导电构件130接触的区域的至少部分也不与液体或固体接触。这种结构利于在不接触的表面区域内反射超声能量，这可以增加输出声功率并在诸如超声治疗过程的应用中提供改进。这种示例性实施方式在图1A中示出，其中间隙125位于有源声学元件100的近端表面120与热交换器140之间，导电构件130的部分跨过该间隙。在一些示例性实施方式中，诸如空气的气体或除空气之外的气体可以位于间隙内，或者间隙可以是真空或处于亚大气压的气体(例如，空气)。气体可以主动地流过间隙以从导电构件跨过间隙的部分和从热交换器的顶表面去除热量(例如，强制流流体冷却)。

[0104] 间隙125的大小仅需足以在近端表面120处建立硬声反射。合适的间隙尺寸可以通过实验来确定，例如，通过配置或模拟具有不同间隙尺寸的一系列换能器装置来确定有利于足够大反射(或来自超声换能器的足够大的声输出功率)的最小间隙尺寸。在一个示例性实施方式中，间隙至少为1mm。

[0105] 尽管还示出了热交换器140与电路板150之间的额外间隙145，但是应当理解，在其他示例性实施方式中，热交换器140可以直接接触电路板150。

[0106] 尽管图1A和1B示出了涉及单个超声换能器(示出了单个有源声学元件100)的示例性实施方式，但是近端冷却的换能器装置可以包括多个有源声学元件。多个有源声学元件可以布置成超声阵列，例如有源声学元件的相控阵列。在图2中示出这种实施方式的示例，其示出了布置成阵列的多个有源声学元件100A至100C，每个有源声学元件通过每元件相应的导电构件130A至130C被近端冷却，导电构件130A至130C接触公共热交换器140。尽管在可选实施方式中，导电构件130A至130C可以接触单独的导线、电缆或连接器，图2示出了如下示例性实施方式：每元件的导电构件130A至130C在近端延伸超出公共热交换器以接触公共电路板150(或公共连接器/电缆)。有源声学元件可以布置成具有其工作波长的一半或更小的中心到中心间隔。

[0107] 尽管该图示出了涉及超声换能器的线性阵列的示例性情况，但是应当理解，该阵列还可以是二维阵列(例如平面二维超声换能器阵列或弯曲二维超声换能器阵列)。如图2中可见，本示例性实施方式采用的每元件的导电构件130A至130C从相应有源声学元件100A至100C向近端方向延伸超出相应近端表面以接触公共热交换器140，使得能够实现对有源声学元件100A至100C进行传导冷却的紧凑型结构，同时避免了与有源声学元件不必要的机械接触。因此，减小了元件的机械负载和对相关机械响应的扰动。

[0108] 应当理解，热交换器140可以是能够从导电构件中去除热量并将热量传递到流体的任何装置。热交换器的示例是与相对于热沉流动的流体(如空气或冷却剂)热连通的热沉。在这种情况下，与导电构件接触的热沉区域可以是电绝缘的(防止电流流动)同时允许热传导。热交换器可以包括有源冷却设备，例如热电冷却器。

[0109] 图3A示出了热交换器的示例性实施方式，其中，通过热交换器壳体145的入口141引入的电绝缘流体(仍是导热的)与导电构件130热接触以从中去除热量。电绝缘流体流过热交换器壳体145中的出口142，去除热量。在流经出口142之后，电绝缘流体(例如，经由将

热量传递到另一流体的外部热交换器，或经由耗散和/或经由与远程流体储存器接触)被外部冷却，并且通过泵(未示出)再循环。在一些示例性实施方式中，电绝缘流体的温度可以(例如，经由直接冷却或经由具有来自温度传感器的反馈的外部热交换器)从外部制。导电构件130可以在进入或离开热交换器壳体时接触O形环，以防止在热交换器壳体145与导电构件130之间的接口周围的泄漏。可选地，这种接口可以用诸如环氧树脂的粘合剂密封。

[0110] 电绝缘流体的示例包括空气或其他气体和非导电液体。电绝缘液体的非限制性实例包括油、去离子水或特殊设计的传热流体，例如3M的Novec系列。在热交换器使用电绝缘液体的示例性情况下，导电构件可以与热交换器壳体内的电绝缘流体直接电接触和热接触。

[0111] 在一些示例性实施方式中，如图3B所示，额外的有源强制流流体热交换器160可以在有源声学元件100的远端上接触超声换能器。由于远端热交换器160不需要接触超声元件的任何传导部分，而是可以简单地热接触超声换能器的远端表面(例如，有源声学元件100的远端表面或折射率匹配层(index matching layer)或声学透镜的远端表面)，因此在额外的热交换器中流动的流体可以不同于在近端热交换器140中流动的流体。该远端流体也可以用作有源声学元件100与目标区域之间的声学耦合介质。

[0112] 尽管在前述附图中示出的示例性实施方式示出了导电构件沿着其长度具有恒定截面直径的示例性情况，但是应当理解，导电构件可以具有变化的直径和/或形状(例如沿着其细长方向)。图4示出了导电构件的截面直径变化的示例性实施方式，示出导电构件包括具有不同截面直径的第一细长部分131和第二细长部分132的示例性情况。特别地，该图显示了如下示例性实施方式：导电构件在与有源声学元件的近端表面接触的位置处的截面直径小于其在与热交换器接触的区域内的截面直径。这种示例性实施方式可以有益于减小导电构件与有源声学元件100的近端表面120之间的接触面积，同时提供了用于在热交换器附近进行热传导的较大表面积。在另一示例性实施方式中，导电构件在与有源声学元件的近端表面接触的位置处的截面直径可以大于在与热交换器接触的区域内的截面直径。在另一示例性实施方式中，导电构件在与有源声学元件的近端表面接触的位置处的截面直径可以小于其在与热交换器接触的区域内的截面直径。

[0113] 在一些示例性实施方式中，导电构件的第一部分和第二部分可以由不同的材料形成。例如，具有较小截面积的导电构件的远端部分131可以由导热率比近端部分132的导热率更高的材料形成。

[0114] 在一些示例性实施方式中，两个或更多个导电构件可接触有源声学元件。在图5A中示出了该示例性实施方式，其示出了近端冷却的超声换能器装置的示例，其中两个导电构件130和130’延伸超出有源声学元件的近端表面以接触热交换器。这种实施方式有益于使热量能够从有源声学元件100的不同空间区域提取。两个导电构件130和130’可以并联连接到有源声学元件100的公共电极，或者可以接触例如信号电极和接地电极的不同电极。例如，在一些情况下，信号电极和接地电极可以位于有源声学元件100的近端表面120上的不同空间区域。图5B示出了可选示例性实施方式，其中多个导电构件(131和131’)延伸超出近端表面120并合并成与热交换器140接触的公共近端导电段132。

[0115] 此外，应当理解，导电构件(或多个构件)可以采用多种可能的形状。在一些示例性实施方式中，导电构件的至少部分(例如，导电构件的与热交换器接触的部分)具有圆柱形

轮廓(例如,引脚(pin))。在其他示例性实施方式中,导电构件的至少部分(例如,导电构件的与热交换器接触的部分)具有平坦表面,例如箔或翅片(fin)。在其他示例性实施方式中,导电构件的至少部分(例如,导电构件的接触热交换器的部分)具有从中横向延伸的一个或多个横向构件(例如,翅片)。在一些示例性实施方式中,导电构件的与热交换器接触的部分可以具有沿着其与热交换器接触的长度方向变化的截面直径。导电构件的该部分的截面面积可以沿着其长度方向变化,并且大于或小于导电构件在其远端处的截面面积。在一些示例性实施方式中,导电构件的与热交换器接触的部分可以是不均匀的、非对称的、粗糙的和/或具有延伸部分或其他结构、形状、或表面图案或微结构,以增强热传递。应当理解,超声换能器装置的有源声学元件可以是能够将电信号转换为声学振动的任何合适元件。合适的示例性有源声学元件可以包括如锆钛酸铅或铌酸锂的压电材料、或如CMUT的电容驱动结构。

[0116] 在一些示例性实施方式中,有源声学元件可以是由压电层堆叠形成的横向模式压电换能器,相邻层具有相反的极化方向。这种方法可以具有不需要电匹配电路的益处。这种横向模式有源声学元件的示例在图6A中示出,其示出了包括沿着水平方向205堆叠的多个压电层200的压电叠层。压电叠层包括多个电极,这些电极包括一对外部电极210和一组内部电极,其中一对外部电极210形成在压电叠层的相应外侧表面上,每个内部电极位于压电叠层的相邻压电层之间。压电叠层还包括与多个电极的第一子组电连通的第一公共电极215,以及与多个电极的第二子组电连通的第二公共电极220。如图可见,选择电极的第一子组和电极的第二子组,使得当在第一公共电极215与第二公共电极220之间施加驱动信号时,驱动信号是以相反方向施加在压电叠层的相邻压电层中。此外,当以与压电叠层的横向模式耦合谐振相关的频率施加驱动信号时,横向模式耦合使得压电叠层沿着垂直于水平方向205的第二方向(远端-近端的竖直方向225)进行机械响应,从而沿着竖直方向产生超声发射。

[0117] 如图6A所示,第二子组电极中的每个内部电极(第二电极和第四电极)通过相应的电绝缘通道232与第一公共电极215电隔离,电绝缘通道232位于远端表面的近端并且从远端表面向近端方向延伸;以及第一子组电极的每个内部电极(图中的单个中心电极)通过相应的电绝缘通道234与第二公共电极220电绝缘,电绝缘通道234位于近端表面的近端并且从近端表面向远端方向延伸。

[0118] 在一些示例性实施方式中,横向模式有源声学元件的一个或多个电极可以由导电箔形成。在一些示例性实施方式中,横向模式超声换能器的一个或多个电极可以延伸超出有源声学元件的近端表面以接触热交换器,使得一个或多个电极用于提供电驱动信号并用于去除热传导热量。图6B中示出这种实施方式的示例,其中示例性侧向模式有源声学元件的两个电极138和139向近端延伸跨过间隙以接触热交换器140,并且还接触电路板150(或连接器/电缆)以传递电驱动信号。

[0119] 在一个示例性实施方式中,至少横向模式有源声学元件的内部电极可以经由用于连接多个压电层200的导电粘合剂(例如,导电环氧树脂)形成。可以通过切割贴近内部电极初始部分的薄沟槽将其去除,然后用电绝缘粘合剂填充沟槽,从而在给定表面(例如,近端或远端)中形成电绝缘通道(例如,图6A的通道232和234)。然后,可以在填充的沟槽上形成与给定表面相关联的公共电极,以连接类似的合适电极。制造横向模式有源声学元件的该

示例性方法确保用于信号电极的导电粘合剂层不接触接地电极(例如,在具有偶数层的元件的情况下,在元件的左侧和右侧)。此外,与题为“Ultrasound transducer and method for making the same(超声换能器及其制造方法)”的美国专利号9,327,317中公开的方法不同,本示例性方法使得能够制造可以容易地组装成二维阵列的元件。

[0120] 传统的换能器制造方法涉及处理大块换能器材料,该大块换能器材料将作为单个部件保持在一起以形成换能器阵列,并且执行各种处理以将元件限定在部件中。这种传统方法是一种将较小特征限定成大块的自上而下的方法。与这种方法相反,可选地,多层横向模式有源声学元件可以形成为处理大块材料以限定多个单独元件(已经发现这种方法能够一次产生大约300个元件)。例如,单独的声学有源板(图6A中的压电层200,例如尺寸大约为40mm×40mm)可以与导电环氧树脂胶合在一起,以形成大的多层板(叠层)。然后可以将该板加工成较小元件(例如,尺寸大约为1.3mm×3.2mm)。元件的第三尺寸取决于板的叠层厚度(板厚度、环氧树脂厚度和板数量)。

[0121] 这种方法产生了可以作为单个部分组装成任意阵列几何形状的单个松散元件。这种自下而上的方法使用单个小块来构建更大型部件阵列。该自下而上的组装方法不限于这类元件。它适用于可作为单个部件进行测试、操作和组装的任何换能器元件。例如,厚度模式元件、非分层元件或管状元件可以与这种组装技术一起使用。

[0122] 尽管许多前述示例性实施方式涉及导电构件与有源声学元件的近端表面接触,但是应当理解,可以提供导电构件与有源声学元件的侧表面接触的其他示例性实施方式。图7中示出了一个示例性实施方式,其中,导电构件接触有源声学元件的侧表面,并且向近端方向延伸超出声激活元件的近端表面,以接触热交换器140。在图中所示的示例性实施方式中,导电构件包括远端段131和近端段132,其中远端段131接触有源声学元件的侧表面,并且近端段132从远端段131延伸以接触热交换器140。在图中所示的示例性实施方式中,至少远端段131(以及可选地,近端段)具有平坦表面。与前面描述和示出的涉及导电构件与有源声学元件100的近端表面接触的示例性实施方式中的一些不同,本示例性实施方式的优势在于近端表面不与导电构件接触,这有利于增强超声换能器的输出功率和机械响应。

[0123] 尽管前述示例性实施方式已经示出了近端表面的不接触导电构件的部分不与另一种液体或固体材料或介质接触的示例性配置,但是在一些情况下,近端表面接触另一种材料可能是有益的。在图8中示出了这种实施方式的示例,其中材料180被示出为接触有源声学元件100的近端表面120,并且其中导电构件130被示出为从近端表面120延伸穿过材料180与热交换器140接触。尽管该图示出了与材料的近端表面182之间存在间隙126的示例性实施方式,但是应当理解,可选地,该间隙可以不存在,使得材料的近端表面182直接接触热交换器140,除了通过导电构件130去除热量之外,还有利于通过材料180去除额外热量。

[0124] 例如,在希望在有源声学元件内产生的后向传播超声能量在近端表面处反射(例如,增加来自远端表面的声输出功率)的情况下,近端表面可以与声阻抗与有源声学元件的声阻抗不匹配的材料接触。例如,材料的声阻抗可以选择为使得至少50%(但是优选地,大于90%或99%)的后向传播超声能量在近端表面处被反射。用于增强声反射的合适材料的示例包括空气或其他气体、或具有调谐的厚度的多层匹配结构。

[0125] 例如,如果超声装置用于成像应用,则可能希望防止或至少部分地抑制在有源声学元件内产生的后向传播超声能量在近端表面处被反射。这可以例如通过使近端表面与声

衰减材料接触来实现，声衰减材料的声阻抗被选择为防止或减少近端表面处的反射。例如，材料的声阻抗被选择为使得小于50％(但是优选地，小于10％)的后向传播超声能量在近端表面处被反射。这种材料还可以具有高声衰减。用于成像应用的合适背衬材料的示例包括都可能填充粉末的硅酮或环氧树脂。

[0126] 在一些示例性实施方式中，有源声学元件可以由壳体支撑。在图9中示出了有源声学元件100被容纳并支撑在壳体115内的示例性实施方式。如图所示，壳体115可以支撑有源声学元件100，并且还可以可选地支撑在导电构件处，使得间隙190位于有源声学元件的近端表面与壳体之间，而导电构件延伸跨过间隙。

[0127] 图9示出了导电构件包括第一段131和第二段132的示例性实施方式。第一段131可以由壳体115支撑，使得第一段131的远端或区域接触有源声学元件100。在一些示例性实施方式中，第二段132可以由热交换器140支撑。在这种情况下，第二段132的远端可以可拆卸地连接到第一段131的近端，从而有利于模块化设计。在该模块化设计中，有源声学元件100可以被制造并入到壳体115中并与第一段接触，并且可选地在与热交换器140组装之前进行测试。在图10A和10B中示出该实施方式的示例，其中导电构件包括可拆卸地连接到第二段132的第一段131。在一个示例性实施方式中，壳体115和热交换器中的一者或两者可以支撑便于在第一段131和第二段132之间进行连接的插口。图10A和10B示出了壳体支撑插口133的示例性配置，其中插口133电连接到第一段131或与第一段131一体形成，并且插口133被配置为容纳第二段132的远端。图10A示出了连接状态，而10B示出了断开状态。

[0128] 图11示出了示例性实施方式，其中有源声学元件100A至100C的阵列通过接触公共热交换器140的相应的每元件的导电构件而被近端冷却。如图10A和10B中所示的示例性实施方式，每个导电构件包括与由公共壳体115支撑的插口133A至133C接触的第一段131A至131C。壳体115、第一导电段131A至131C和插口133A至133C形成超声阵列模块300。热交换器140支撑第二导电段132A至132C的阵列，使得第二导电段132A至132C的阵列形成可拆卸地连接到阵列模块的冷却阵列。

[0129] 电路板150可以用连接器或电缆代替，或者可以是由用于将电驱动信号传递到有源声学元件100A至100C的电迹线组成的柔性印刷电路板，其中电迹线可以由公共接地迹线分开和屏蔽。电迹线可以位于印刷电路板150的多个层上。印刷电路板150的一端可以包括与导电构件的位置相匹配的连接器。柔性电缆的另一端连接到可连接到驱动电子装置。

[0130] 在一些示例性实施方式中，可以布置多个阵列模块300使得每个阵列模块限定共同形成超声阵列的有源声学元件的子阵列。在图12中示出了这种实施方式的示例，其中布置阵列模块300A至300F并且其由公共框架315支撑。如图所示，从每个阵列模块中的每个有源声学元件的近端表面延伸的第一导电构件可拆卸地连接到相应冷却阵列(在310A处示出了一个这种阵列，其被配置为可拆卸地连接到阵列模块300A)，该相应冷却阵列由与公共热交换器140接触的第二导电构件的阵列限定。虽然阵列模块可以通过其对应的导电构件连接到公共电路板，但是图12示出了每个阵列模块300A至300F连接到每模块的电路板150(或每模块连接器或电缆)的示例性实施方式。每个每阵列模块的电路板150可以支撑、连接到或可连接到相应的每阵列模块的驱动电子装置。如下面更详细地解释的，这种示例性实施方式有利于对与每个阵列模块对应的驱动电子装置使用单独的远程冷却部件。

[0131] 图13是示出用于执行超声诊断和/或治疗过程的示例性系统的框图。控制和处理

电路400经由换能器驱动电子装置/电路500可操作地连接到超声换能器阵列350，换能器驱动电子装置/电路500将电信号传送到超声换能器阵列350以产生和发射超声能量。根据本文所述的示例性实施方式，超声换能器阵列被近端冷却，并且示例性系统示出了使用连接到再循环电绝缘流体的外部换能器冷却系统的交换器，其中电绝缘流体流过热交换器，该热交换器经由从超声阵列的有源声学元件延伸的导电构件接触。换能器冷却系统530可以包括泵、可选的温度传感器、流体储存器和/或冷却装置(例如，热电冷却器或热沉)，并且可以可操作地连接到控制和处理电路400并由控制和处理电路400控制。

[0132] 换能器驱动电子装置/电路500可以例如包括但不限于Tx/Rx开关、发射和/或接收波束形成器。例如，可以包括发射/接收开关，以接收由超声换能器阵列350检测到的反射超声能量信号。换能器驱动电子电路可以经由电子冷却系统(例如，诸如强制流流体流热交换器或热电冷却器的有源热交换器)冷却，该电子冷却系统可以可操作地连接到控制和处理电路400并由控制和处理电路400控制。

[0133] 在超声换能器阵列350包括多个阵列模块(诸如以上所述)的示例性实施方式中，每个阵列模块可以与单独且专用的驱动电子装置相连接，并且每个单独且专用的驱动电子装置可以具有相应的电子设备冷却系统(例如，专用热电冷却器和热沉)。例如，每个阵列模块可以可操作地连接到具有多个(例如，64个)通道的一个或多个专用集成电路(ASIC)，每个通道能够产生独立的输出。ASIC可以经由柔性印刷电路板连接到用于放大相应ASIC输出的放大器。ASIC和放大器可以安装到热沉上并通过强制空气循环或冷却液体来冷却。多个ASIC可以通过背板连接到公共的每-阵列-阵列模块控制器，并且多个每-阵列-模块控制器可以(例如，通过网络)连接到控制和处理电路400，使得其由公共时钟同步。在一个示例性实施方式中，驱动电子装置的至少部分可以容纳或封装在法拉第笼(Faraday cage)内(例如，法拉第笼的高通截止频率高于在涉及超声阵列的超声过程期间使用的磁共振扫描设备的操作带宽)。

[0134] 控制和处理电路400包括一个或多个处理器410(例如，CPU/微处理器)、总线405、可以包括随机存取存储器(RAM)和/或只读存储器(ROM)的存储器415、数据采集接口420、显示器425、外部存储器430、一个或多个通信接口435、电源440、以及一个或多个输入/输出设备和/或接口445(例如，扬声器，诸如键盘、小键盘、鼠标、位置跟踪触笔、位置跟踪探头、脚踏开关和/或用于捕获语音命令的麦克风的用户输入设备)。

[0135] 控制和处理电路400可以用包括可执行指令的程序、子程序、应用或模块450来编程，该可执行指令在由一个或多个处理器410执行时使系统执行本公开中所述的一个或多个方法。这种指令可以被存储在例如存储器415和/或其他存储器中。

[0136] 在所示的示例性实施方式中，换能器控制模块455包括可执行指令，用于控制超声换能器阵列350的换能器将能量传递到目标位置或感兴趣区域。在一些示例性实施方式中，可以基于换能器位置和取向与体积图像数据490的配准将超声能量传递到目标位置。例如，超声阵列350可以支持多个相控阵换能器，并且换能器控制模块455可以基于相控阵换能器相对于体积图像数据490的已知位置和取向来控制(在发射和/或接收时)应用的波束成形，以将一个或多个聚焦能量束传递到感兴趣区域。感兴趣区域可以由用户(例如，通过由控制和处理电路400控制的用户接口)在术中指定，或根据预先建立的手术计划指定。

[0137] 在本示例性系统中，配准模块470可以可选地用于将体积图像数据490配准到与跟

踪系统510相关联的术中参考框架。与超声换能器阵列的位置相关联的体积图像数据490和配准数据可以存储在外部数据库中，或者存储在控制和处理电路400的存储器415或存储器430中。

[0138] 可选的图像处理模块475可以用于通过处理由超声换能器阵列检测到的超声信号(例如，通过对接收到的一组超声信号执行接收波束成形)来产生超声图像。可选的导航用户界面模块480包括用于显示用户界面的可执行指令，该用户界面示出用于图像引导过程的空间配准体积图像。

[0139] 跟踪系统510可以可选地用于经由检测附接到患者10的一个或多个基准标记来跟踪患者的位置和方向，并且可选地，一个或多个医疗器械或设备也附接有基准标记。例如，从基准标记发射出的被动或主动信号可以由采用两个跟踪相机的立体跟踪系统检测到。

[0140] 如图所示，示例性系统可以被配置成与磁共振成像扫描仪520一起使用。例如，超声阵列350可以由磁共振成像兼容材料制造，并且将驱动信号传递到超声换能器阵列的电路板和/或电缆可以被电屏蔽。

[0141] 在一些示例性实施方式中，术中体积图像数据可以通过磁共振成像扫描仪获得，并且可以利用超声换能器阵列350与磁共振成像扫描仪520之间的已知空间关系(配准)来在治疗聚焦超声过程期间以利于在术中控制治疗超声能量聚焦在期望的目标位置上。目标位置可以基于术中图像来确定，可选地通过在术中磁共振图像和与手术计划相关联的术前体积图像之间执行图像配准来确定。在一些示例性实施方式中，术中采集磁共振图像可以与通过超声阵列350获得的术中采集超声图像一起进行术中配准和显示，以利于根据多个图像模态在术中监视治疗聚焦超声过程。

[0142] 尽管在图13中仅示出了每个部件中的一个，但是在控制和处理电路400中可以包括任何数量的每个部件。例如，计算机通常包含多个不同的数据存储介质。此外，尽管总线405被描绘为所有部件之间的单个连接，但将了解，总线405可表示链接两个或更多个部件的一个或多个电路、设备或通信信道。例如，在个人计算机中，总线405通常包括母板或是母板。控制和处理电路400可以包括比所示这些更多或更少的部件。

[0143] 控制和处理电路400可以被实现为通过一个或多个通信信道或接口联接到处理器410的一个或多个物理设备。例如，控制和处理电路400可以使用专用集成电路(ASIC)来实现。可选地，控制和处理电路400可被实现为硬件和软件的组合，其中软件从存储器或通过网络连接加载到处理器中。

[0144] 本公开的一些方面可以至少部分地以软件来实施，当在计算系统上执行时，软件将计算系统转换为能够执行本文所公开方法的专用计算系统。也就是说，该技术可以在计算机系统或其他数据处理系统中执行，以响应于其诸如微处理器的处理器来执行诸如ROM、易失性RAM、非易失性存储器、高速缓存、磁盘和光盘、或远程存储设备的存储器中包含的指令序列。此外，指令可以通过数据网络以编译和链接版本的形式下载到计算设备中。可选地，执行上述过程的逻辑可以在额外的计算机和/或机器可读介质(诸如作为大规模集成电路(LSI)、专用集成电路(ASIC)的离散硬件部件、或诸如电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)和现场可编程门阵列(FPGA)的固件)中实现。

[0145] 计算机可读介质可用于存储当由数据处理系统执行时使系统执行各种方法的软件和数据。可执行软件和数据可以存储在包括例如ROM、易失性RAM、非易失性存储器和/或

高速缓存的各种位置。该软件和/或数据的一部分可以存储在这些存储设备中的任何一个中。通常，机器可读介质包括以机器(例如，计算机、网络设备、个人数字助理、制造工具、具有一组一个或多个处理器的任何设备等)可访问形式提供(即，存储和/或发送)信息的任何机制。

[0146] 计算机可读介质的示例包括但不限于可记录和不可记录类型的介质，诸如易失性和非易失性存储器设备、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、闪存设备、软盘和其他可移动磁盘、磁盘存储介质、光存储介质(例如，光盘(CD)、数字多功能盘(DVD)等)等。指令可以在用于电、光、声或其他形式的传播信号(例如载波、红外信号、数字信号等)的数字和模拟通信链路中实施。如本文所使用的，短语“计算机可读材料”和“计算机可读存储介质”是指除了瞬时传播信号自身之外的所有计算机可读介质。

[0147] 示例

[0148] 呈现以下示例以使本领域技术人员能够理解和实践本公开的实施方案。这些示例不应当被认为是对本公开范围的限制，而仅仅是说明性的和代表性的。

[0149] 提供本示例以通过超声系统的非限制性示例性实施方式来说明本公开的各个方面，如先前参考图12所描述的，超声系统包括多个超声阵列模块，每个阵列模块限定有源声学元件的子阵列，其中阵列模块被组装为形成经由公共热交换器进行近端冷却的超声阵列。

[0150] 图14A示出了用于组装更大型超声阵列系统的示例性超声阵列模块300。示例性阵列模块300包括支撑二维子阵列中的多个有源声学元件100的阵列模块壳体。示例性模块壳体包括两个部件，即电绝缘栅格框架600和电绝缘插入件610，电绝缘栅格框架600用于形成二维子阵列的间隔结构以支撑有源声学元件100，电绝缘插入件610被容纳在形成于栅格框架600的下侧中的孔内并凹入栅格框架600内。如图14C中更详细地示出的，插入件610支撑导电构件的第一段131的阵列。图14B示出了插入有源声学元件之前的栅格框架600，示出由插入件610支撑的导电构件的第一段131的阵列。

[0151] 图14D和图14E示出了阵列模块的截面图。如图所示，导电构件的第一段131由插入件610支撑，使得每个第一段131接触相应的有源声学元件100的近端表面，并且使得第一段能够在向有源声学元件100提供电驱动信号的同时还经由热传导从有源声学元件100中去除热量。还如图14D所示，插入件610还支撑与导电构件的相应第一段电接触的插口133，用于容纳导电构件的第二段的远端部分。

[0152] 在设备远端，接地连接可以由位于有源声学元件之间并(例如，利用诸如导电环氧树脂的导电粘合剂)与每个元件的接地电极接触的细金属丝或箔提供，从而形成公共接地连接。在一个示例性实施方式中，公共接地连接可以通过位于有源声学元件行之间的箔来实现。其他非限制性示例性实施方式包括：(i)使导电膜与有源声学元件的远端表面接触(还可以用作防水)；(ii)采用在元件之间弹簧接触的阵列；或者(iii)将每个有源声学元件制造为使得信号和接地电极位于有源声学元件的近端表面的不同区域，以及包括接触接地电极并从近端表面延伸的第二导电引脚。

[0153] 尽管图14A和14B示出了栅格壳体600中的用于在有源声学元件100之间支撑和布线接地导线的槽640，但是图中未示出接地导线。

[0154] 图14F是示出示例性阵列模块俯视图的照片，示出沿着穿过热交换器的近端方向

连接接地导线和布线接地导线。导线630在有源声学元件100的每个行之间水平延伸。每个导线630通过少量的导电环氧树脂连接到与导线相邻的有源声学元件的外部接地电极(尽管如所指出的,诸如弹簧连接的可选布置方式是可能的)。导线630通过栅格壳体侧面中的槽640离开栅格壳体600(例如,如图14中所示,这些槽是可见的)。导线630沿着栅格边缘(在照片中,垂直地)延伸,并被束成单个导线组(在照片中的模块底部,在650处示出)。该接地导线束焊接到穿过热交换器的接地连接660,并且如下面进一步详细描述的,在穿过热交换器之后电连接到电路板。跨过有源声学元件100和栅格框架600的水接触表面可以包括薄膜。这种膜提供防水和与目标介质的电隔离的功能。

[0155] 使用栅格框架600和插入件610可以有利于自下而上的阵列制造方法。通过这种方法,每个单独的有源声学元件100具有由栅格框架600和插入件610机械限定的位置。在组装期间,每个有源声学元件100被插入其在栅格框架600中的相应支撑位置中。虽然本示例性实施方式采用有源声学元件的正方形网格,但是在不同的栅格几何形状中还可以采用其他元件尺寸和形状。例如,具有中空圆柱形形状的元件可以布置成六边形阵列。

[0156] 在本示例性实施方式中,导电构件的第一段131是金属引脚。给定的有源声学元件100可以通过少量应用导电环氧树脂来机械和电气地固定其相应引脚。如上所述,引脚仅仅是用于接触有源声学元件的导电构件的一个示例。其他示例性实施方式包括但不限于导电箔(作为有源声学元件制造的一部分引入或在阵列组装期间添加)、低温焊球、各向异性导电环氧树脂、或者与有源声学元件的轴线对齐或者压靠在有源声学元件侧面上的弹簧接触。

[0157] 本示例性实施方式采用的大部分有源声学元件不与(例如,空气背衬的)固体或液体接触的结构。这种配置允许将最佳超声功率传输到目标介质中。如上所述,根据应用要求可以可选地使用背衬材料,例如在诊断应用中可以使用环氧树脂背衬。

[0158] 如图11和图12所示,在超声阵列系统的模块化组装期间,阵列模块300的插口133可以与接触热交换器的导电构件的第二段的冷却阵列的远端直接接触。然而,如图14D和14E所示,在可选示例中,插口133可以容纳中间连接板670的引脚。如图所示,中间连接板670包括额外的近端插口,额外的近端插口可以容纳导电构件的第二段(冷却引脚)或另一中间连接板670的引脚。中间连接板670可以有利于促进模块化组装以及改变一个部件相对于另一个部件向近端方向的偏移。

[0159] 图15示出了如何通过将阵列模块300与柔性印刷电路板680进行电接口来在与热交换器组装之前测试示例性阵列模块300,其中柔性印刷电路板680可以连接到驱动电子装置。这可以例如通过使用具有可以由阵列模块的相应插口容纳的引脚阵列的印刷电路板来实现。

[0160] 如上所述,虽然单个阵列模块可以与接触热交换器的导电构件的第二段相连接(例如,如图11所示),但是在一些示例性实施方式中,两个或更多个阵列模块可以组合成更大型超声阵列,使得每个阵列模块为给更大型超声阵列贡献有源声学元件的子阵列。在图16、图17和图18中示出了这种示例性实施方式。

[0161] 首先参考图16,示出了示例性多模块换能器阵列系统,其中多个阵列模块300被组装以形成大型超声阵列。本示例性系统包括近端热交换器,该近端热交换器具有由上板700、下板705和侧壁706限定的内腔,并且具有入口710和出口720。电绝缘流体流过热交换

器。一组阵列模块300被支撑在热交换器的远端上。根据前述示例性实施方式中的一些，导电构件从阵列模块300的有源声学元件的近端表面延伸并接触热交换器以从有源声学元件中去除热量。

[0162] 图17和图18示出了包括可选的远端热交换器800，远端热交换器800具有入口810和出口820。额外的盖板(未示出)包围形成在阵列模块300的远端表面上的凹陷区域，并且冷却流体通过与入口810流体连通的入口815进入空腔。冷却流体流过阵列模块300的远端表面以提供远端冷却。远端热交换器可以循环一定体积的冷脱气水，该冷脱气水提供与目标组织的联接和对阵列元件的冷却。

[0163] 现在参考图18，示出了图17中的超声阵列系统的截面图。三个阵列模块被示出为位于近端热交换器与远端热交换器之间，多段引脚(导电构件)从每个有源声学元件的近端表面延伸穿过远端热交换器，其中在远端热交换器处多段引脚接触电绝缘流体，并且出现在近端热交换器的近端，其中在近端热交换器处多段引脚可以(例如，通过连接到一个或多个连接器、电缆或电路板)连接到驱动电子设备。

[0164] 图19示出了包括在图18中的虚线矩形850内的区域的详细视图，其中视图以单个阵列模块为中心。阵列模块的有源声学元件100位于远端热交换器800的下方，阵列模块的栅格框架在每个有源声学元件的近端上建立气隙125，使得每个导电构件的第一段131横穿该气隙。由栅格框架支撑的插口133容纳中间连接板670的远端引脚，中间连接板670提供容纳导电构件的第二段132的额外插口673，导电构件的第二段132穿过(由远端板700和近端板705包围的)热交换器并接触电绝缘流体。如图所示，可以提供中间电绝缘隔离物850以保持在热交换器的内部区域内的导电构件之间的空间分隔。

[0165] 在穿过热交换器之后，导电构件的第二段132可以通过电缆或(诸如柔性印刷电路板的)印刷电路板连接到驱动电子装置。上述接地导线束(未在图19中示出)焊接到穿过热交换器的接地连接660。在热交换器的相对侧，接地连接660连接到连接器、电缆或电路板的接地导线。因此，一旦组装到最终的整体阵列中，即可以在每组长引脚的背面进行电连接。在涉及在无近端热交换器的情况下组装的超声阵列系统的可选示例性实施方式中，可以直接与阵列模块进行电连接。在本示例性实施方式中，柔性印刷电路板电缆附接到匹配连接器，该匹配连接器可以在热交换器的近端上连接到每个阵列模块。然后，该电缆延伸到驱动电子装置。另一个示例性实施方式涉及将设备安装在PCB上，该PCB集成了驱动电子装置或者将两个或多个阵列模块的连接结合为用于连接到电子装置的更大型电缆。

[0166] 在本示例性实施方式中，使用环氧树脂来密封每个长引脚穿过热交换器的近端板和远端板处的位置。可选示例性实施方式可以包括使用循环冷却气体或者将引脚嵌入通过其他装置(例如，流体热交换器或者诸如热电冷却器的有源冷却热设备)冷却的导热固体中。

[0167] 由于阵列模块定位和随后步骤(例如，防水)可以在无需包括电缆布线(cabling)的情况下执行，本示例性实施方式的模块化设计大大简化了将几个模块组装成更大型阵列。由于在将电缆保持在单独的连接器上的情况下，换能器模块不具有电缆的重量和扭矩，也降低了换能器模块的脆性。电缆可以在完成整个阵列组装之后被包括并被支撑。

[0168] 在本示例性实施方式中，通过布置容纳在热交换器内的引脚的第二段来限定阵列模块(和有源声学元件)的位置。在可选示例性实施方式中，可以采用网格结构，其中阵列模

块在与热交换器电连接之前(例如经由粘合剂或其他附接方法)被组装就位。在另一示例性实施方式中,阵列模块的位置可以由刚性PCB限定。

[0169] 本发明人已经发现,通过结合在超声阵列组装件的远端区域由远端热交换器提供冷脱气水、以及由通过导电构件接触有源声学元件的近端热交换器提供近端冷却,在每个换能器元件的两侧上提供冷却效应,从而改善换能器内部温度和阵列冷却时间。在聚焦超声治疗过程的情况下,已经发现这种设计减少了总聚焦超声治疗时间。

[0170] 本示例性系统使用第一段直径为150μm的导电构件来实现。其大约占元件表面积的1%,但仍然足够厚以支持高功率驱动元件所需的电流(例如,在实施的示例性系统中大约为70mA)。发现本示例性系统实现了每声功率元件的最大输出功率大约为170mW,或者对于64-元件阵列模块,最大输出功率约为11W。发现该最大功率维持至少30秒至60秒。进一步测试表明,该模块的效率大约为50%,因此每个元件产生的热量大约为170mW。

[0171] 上述具体实施方式已经通过举例方式示出,应当理解,这些实施方式还可以具有各种修改和替换形式。还应当理解,权利要求书不旨在限于所公开的特定形式,而是涵盖落入本公开的精神和范围内的所有修改、等同形式和替代形式。

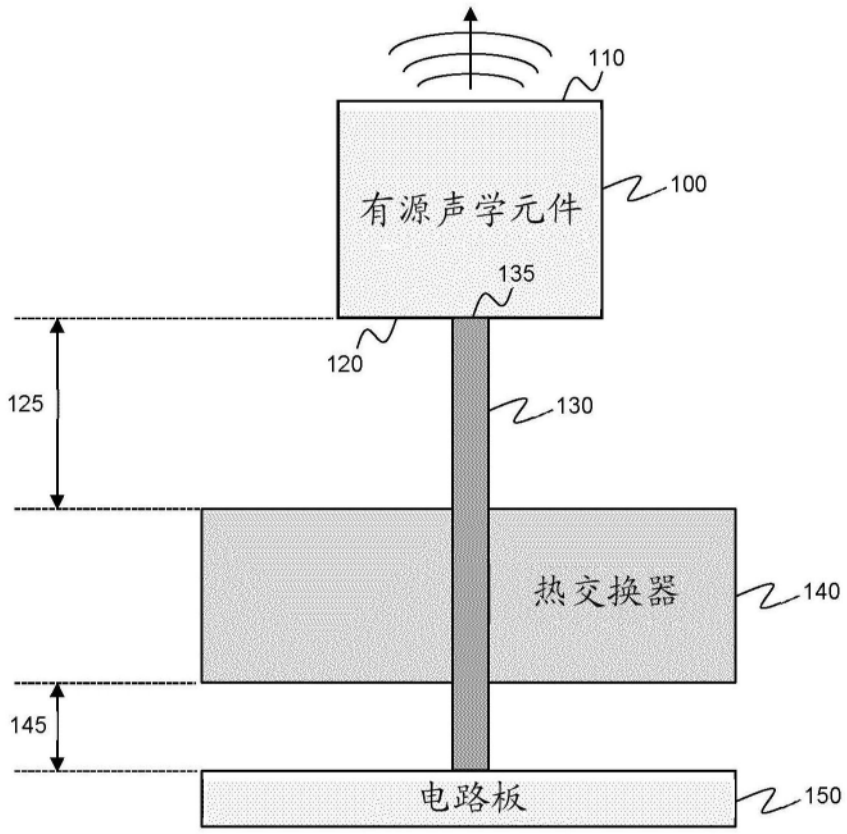


图1A

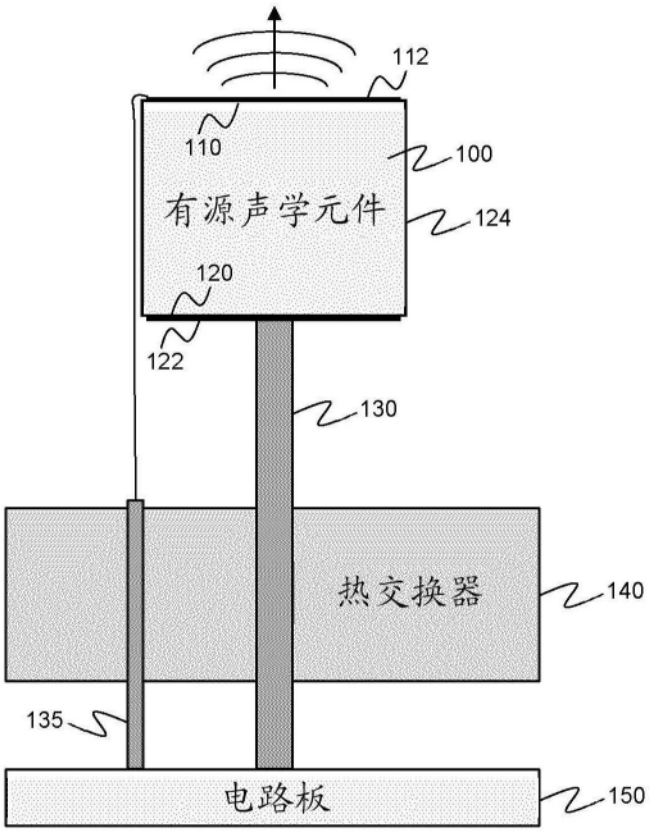


图1B

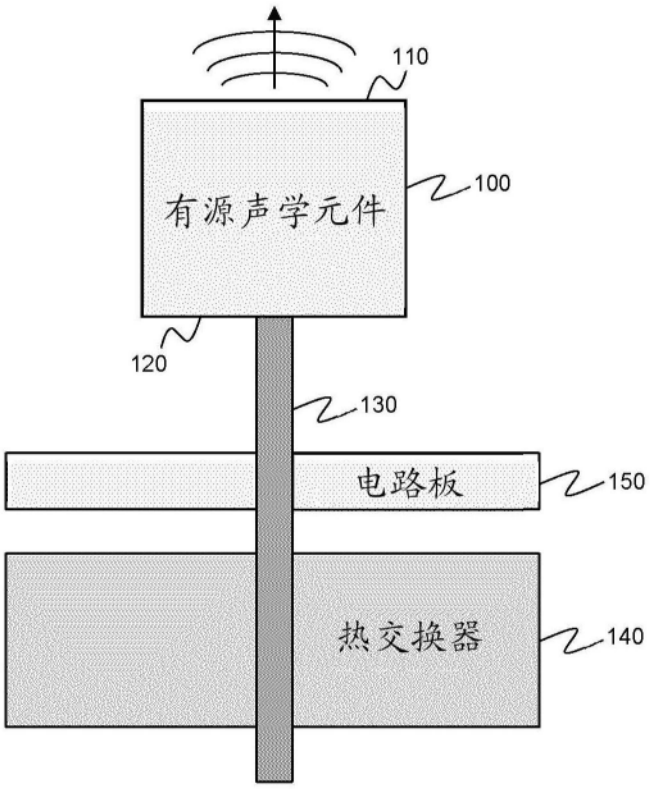

110
有源声学元件
100
120
130
电路板
150
热交换器
140

图1C

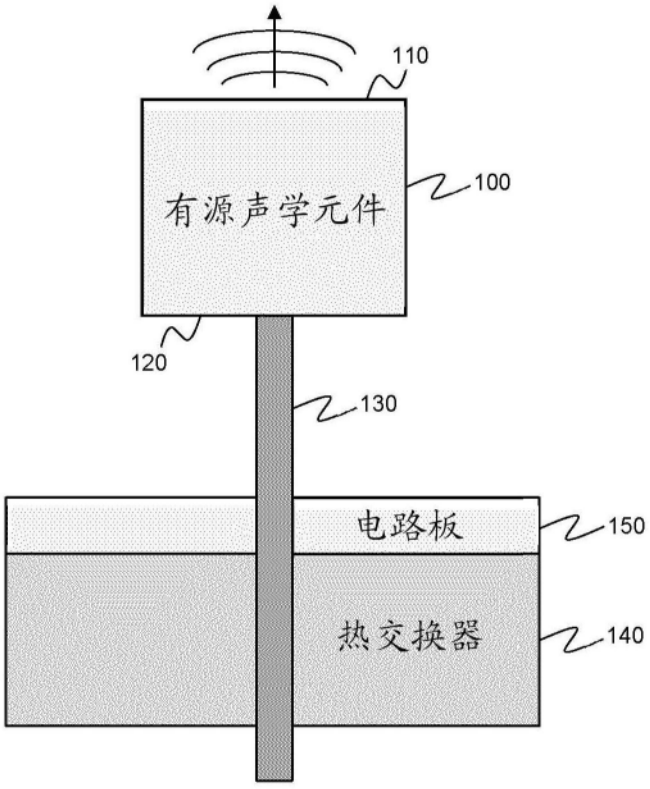

110
有源声学元件
100
120
130
电路板
150
热交换器
140

图1D

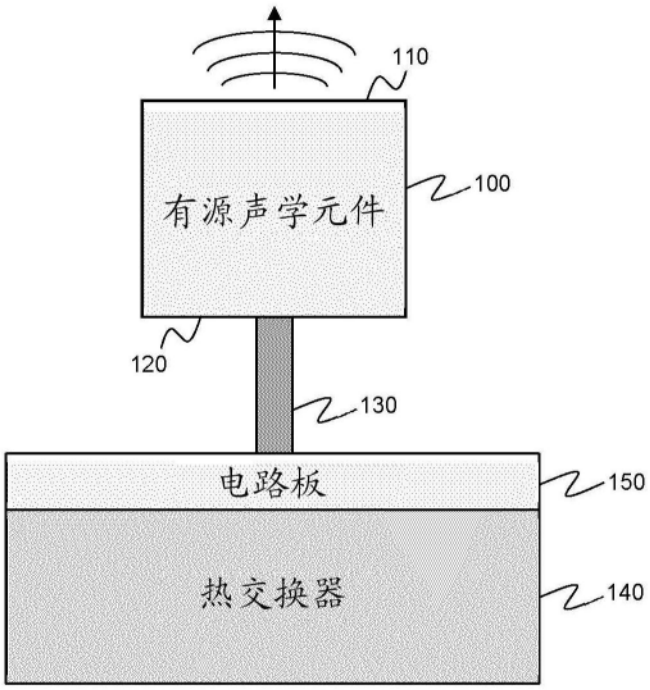

110
有源声学元件
100
120
130
电路板
150
热交换器
140

图1E

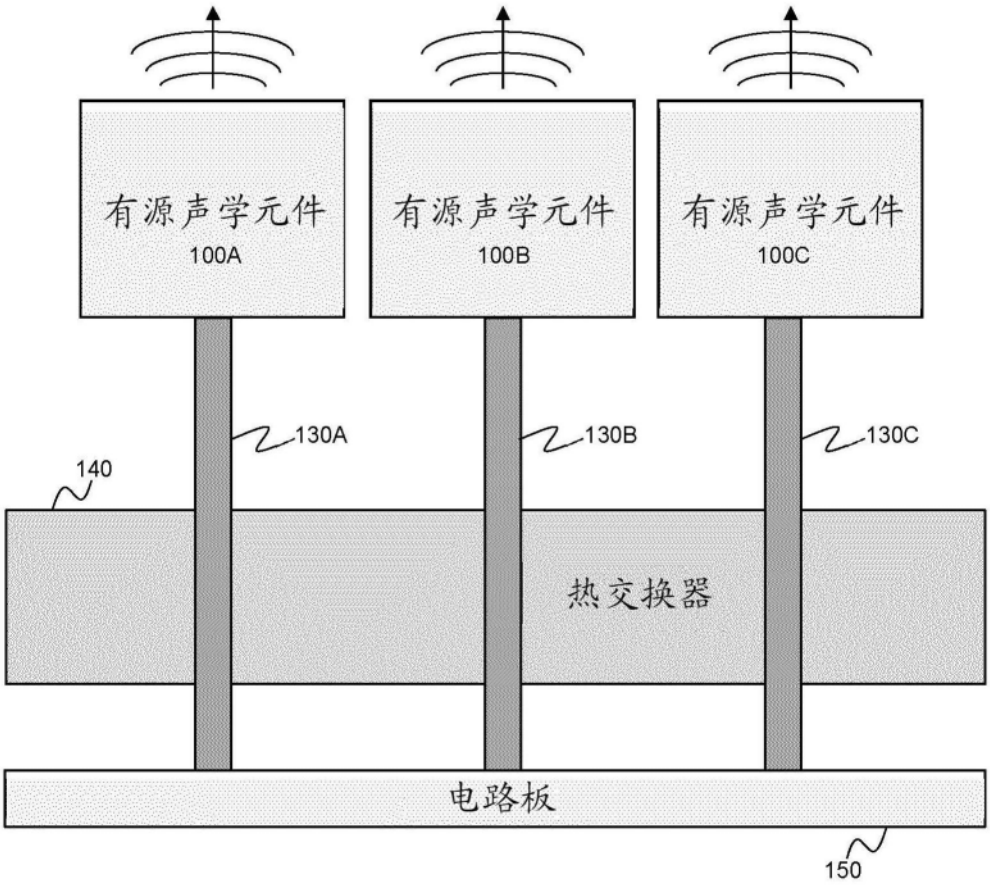

有源声学元件
100A
有源声学元件
100B
有源声学元件
100C
130A
130B
130C
140
热交换器
电路板
150

图2

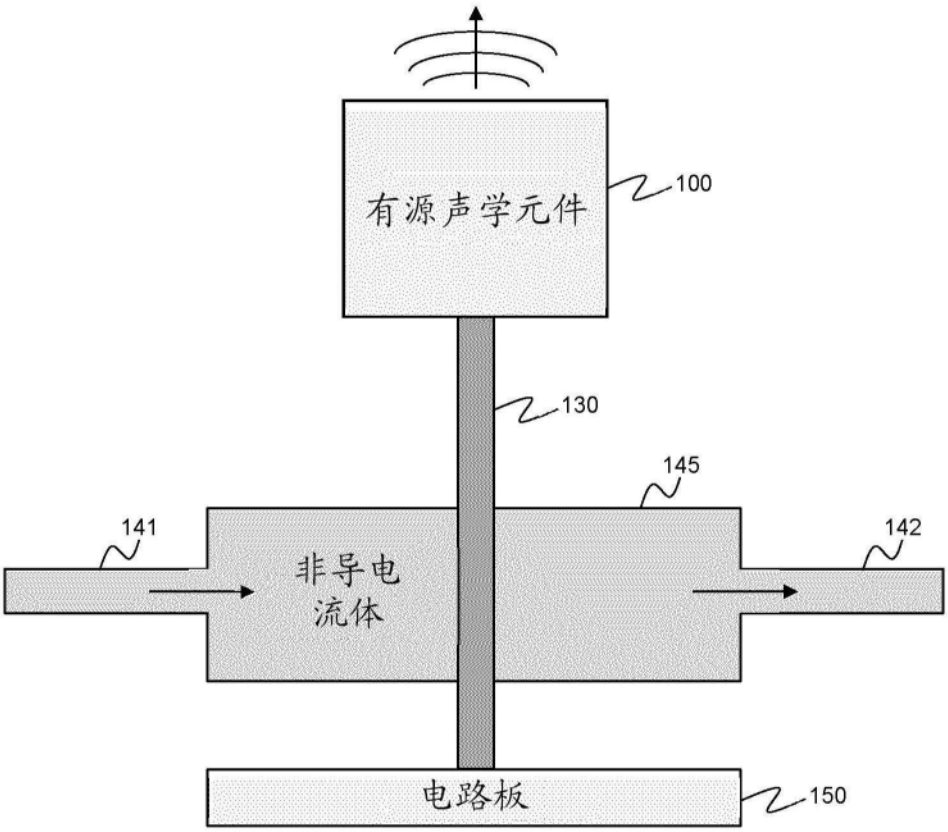


图3A

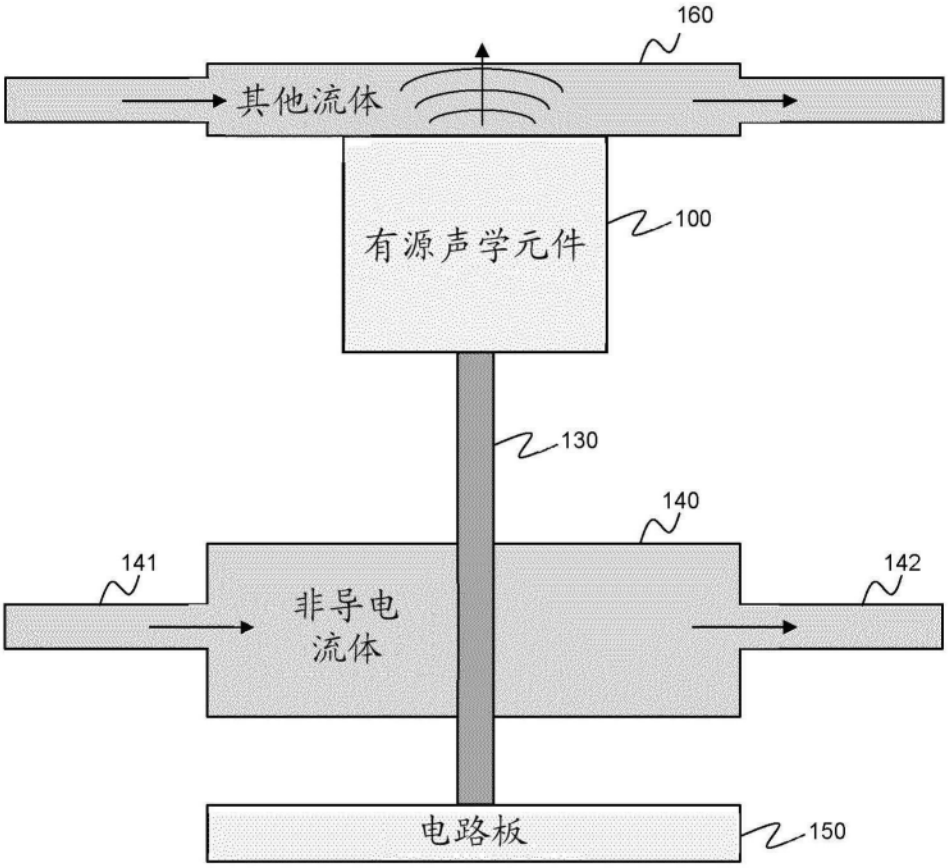


图3B

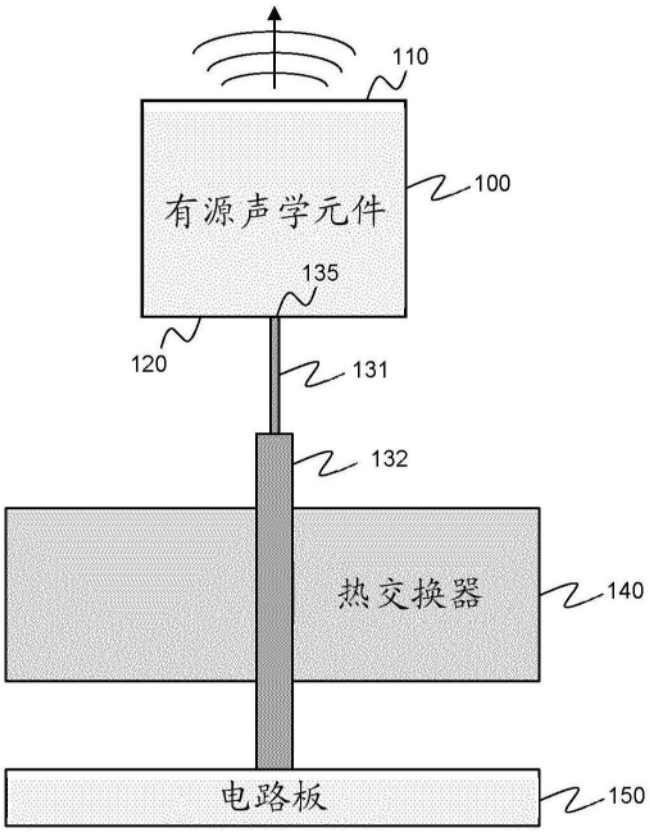


图4

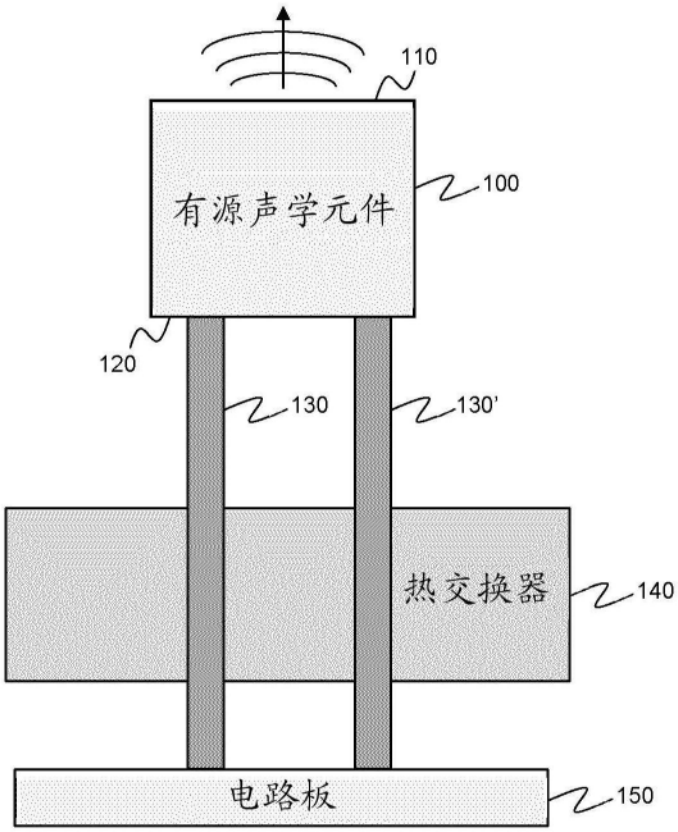


图5A

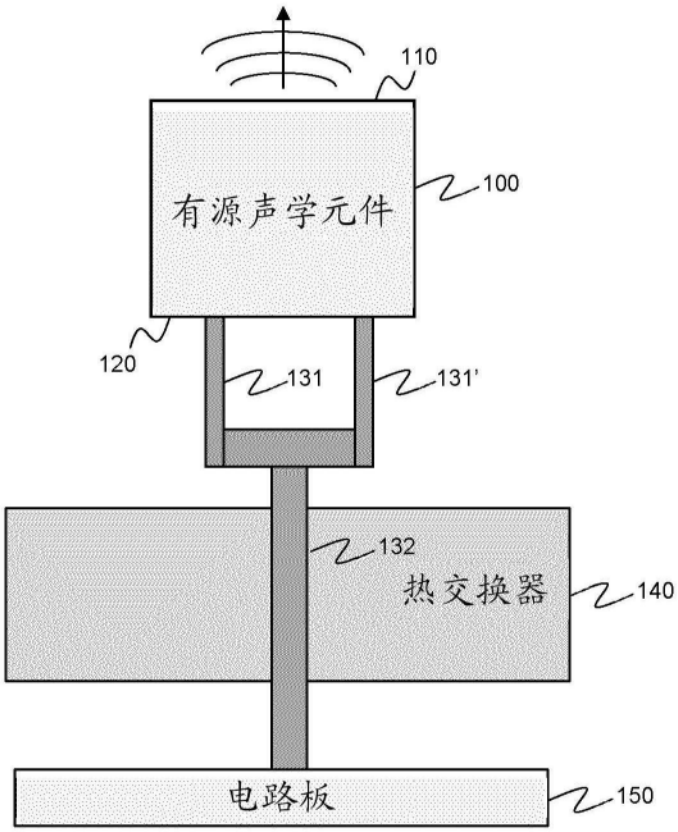


图5B

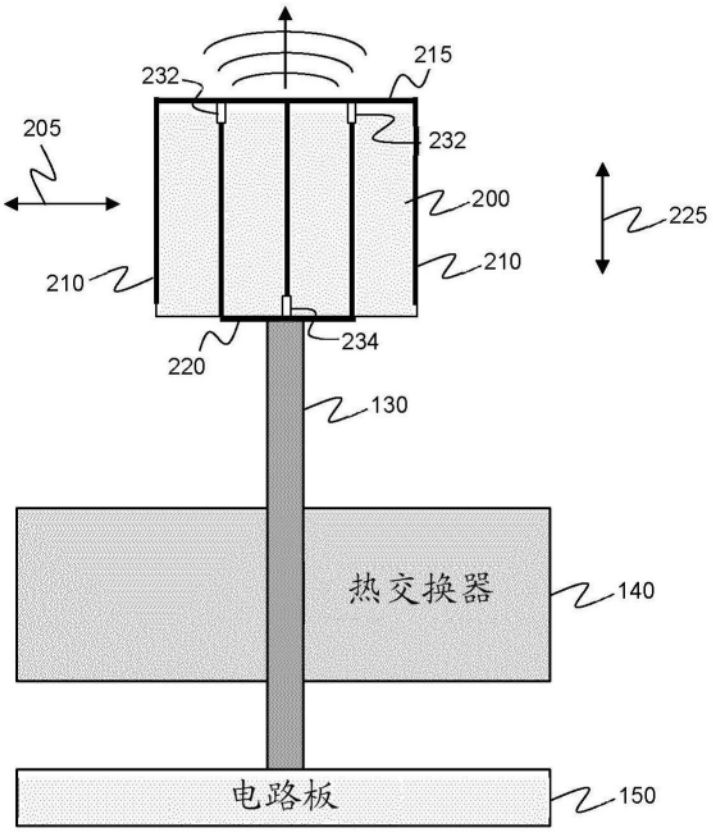


图6A

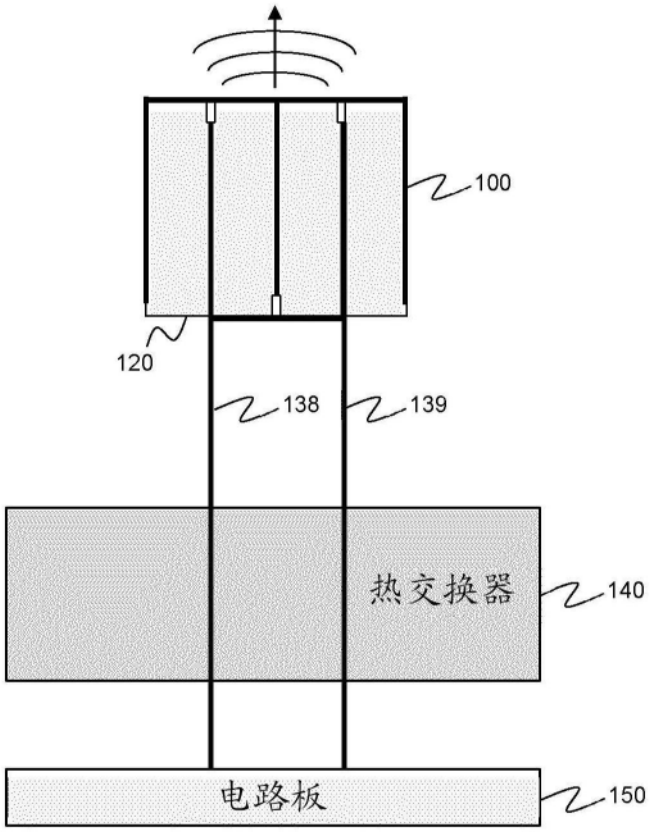


图6B

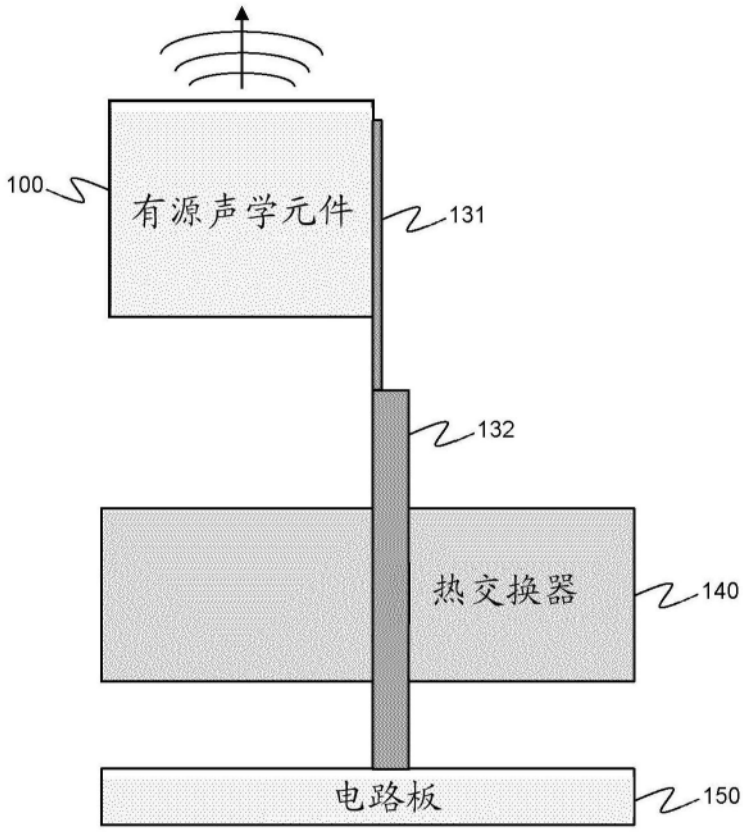


图7

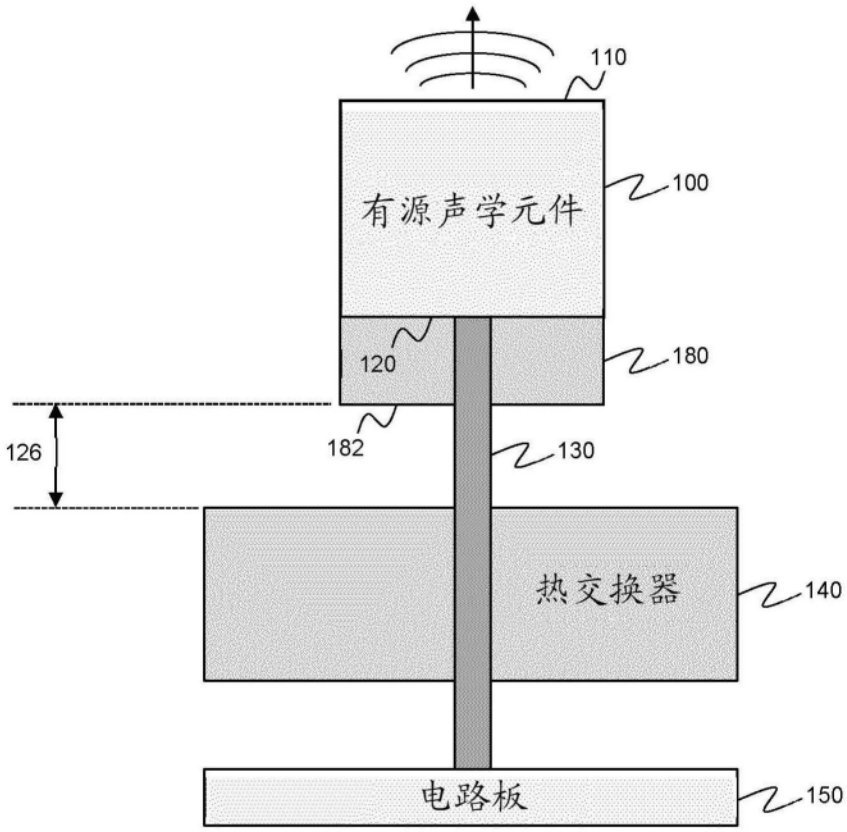


图8

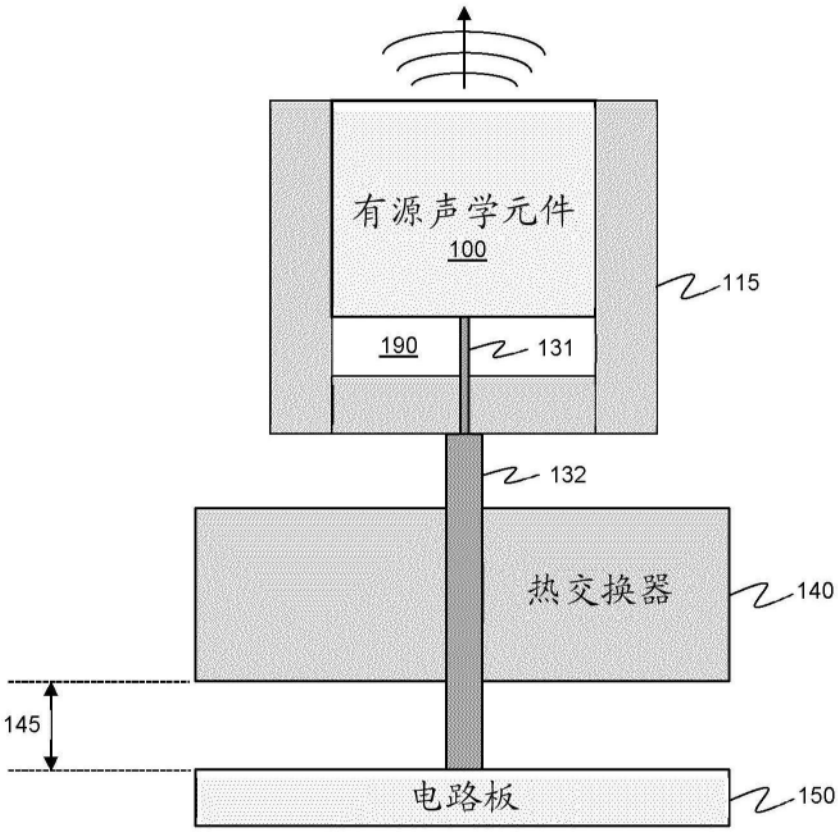


图9

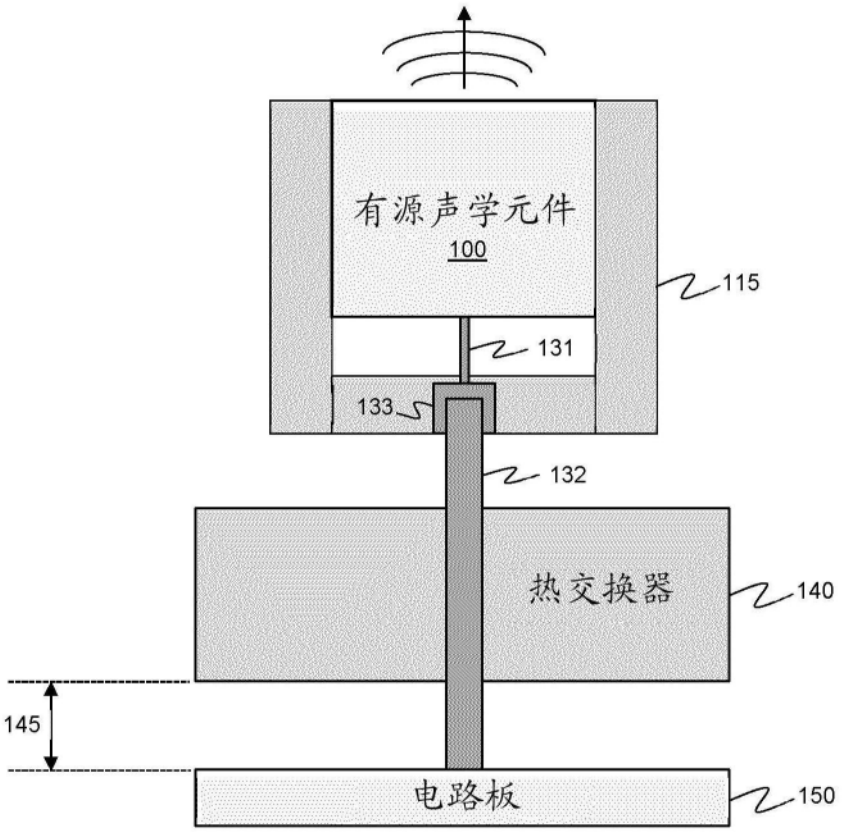


图10A

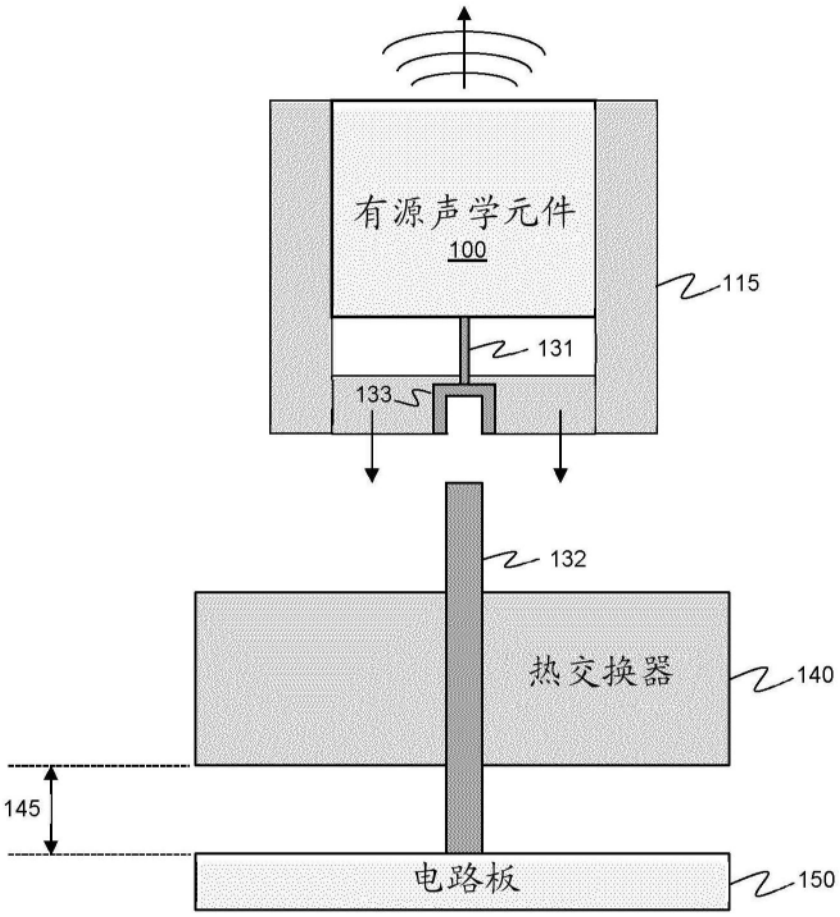


图10B

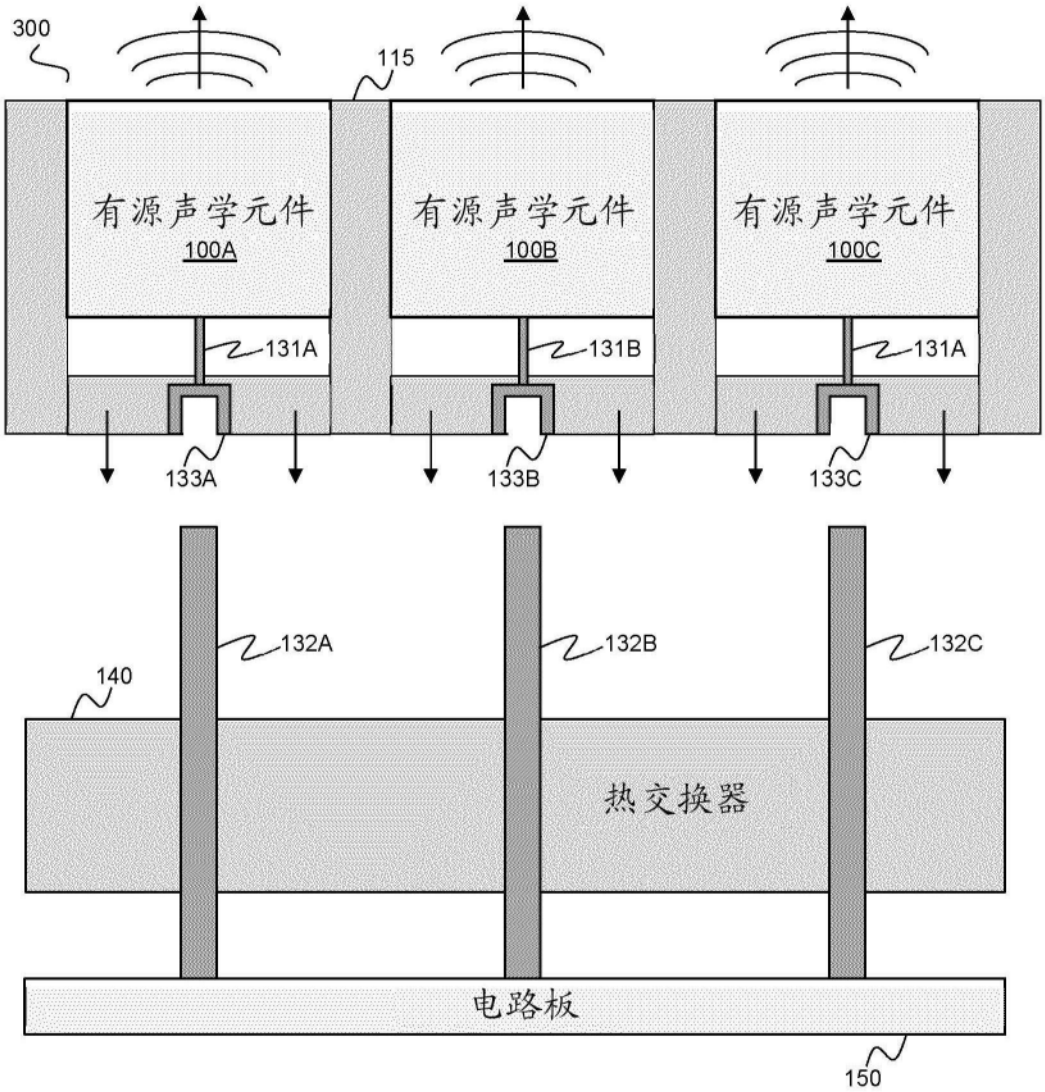

300
115
有源声学元件
100A
有源声学元件
100B
有源声学元件
100C
131A
131B
131A
133A
133B
133C
132A
132B
132C
140
热交换器
电路板
150

图11

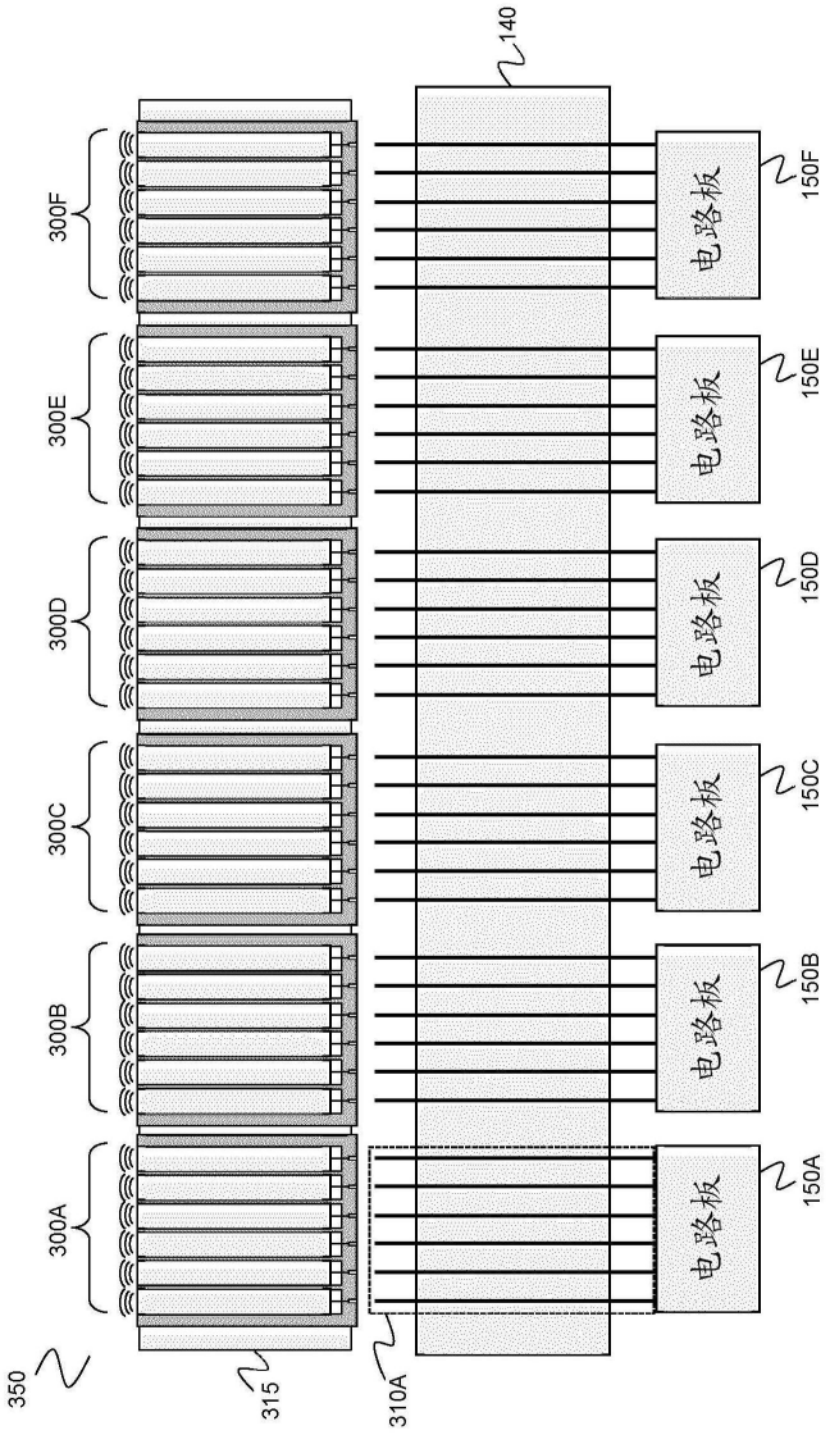

140
300F
300E
300D
300C
300B
300A
350
315
310A
电路板
150F
150E
150D
150C
150B
150A

图12

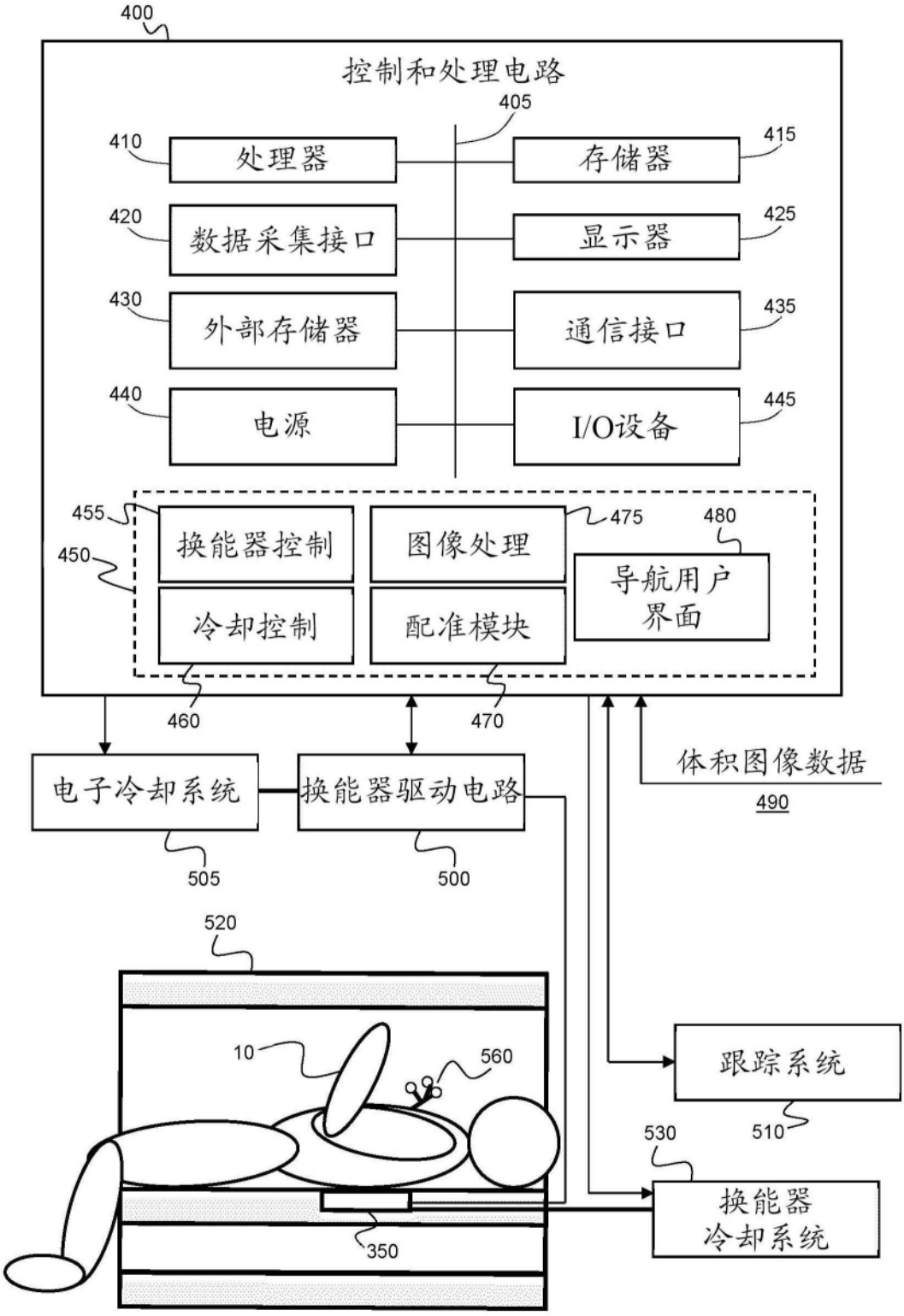

400
控制和处理电路
405
410
处理器
415
存储器
420
数据采集接口
425
显示器
430
外部存储器
435
通信接口
440
电源
445
I/O设备
455
450
换能器控制
图像处理
475
480
导航用户界面
冷却控制
配准模块
460
470
电子冷却系统
换能器驱动电路
体积图像数据
490
505
500
520
10
560
跟踪系统
510
530
换能器冷却系统
350

图13

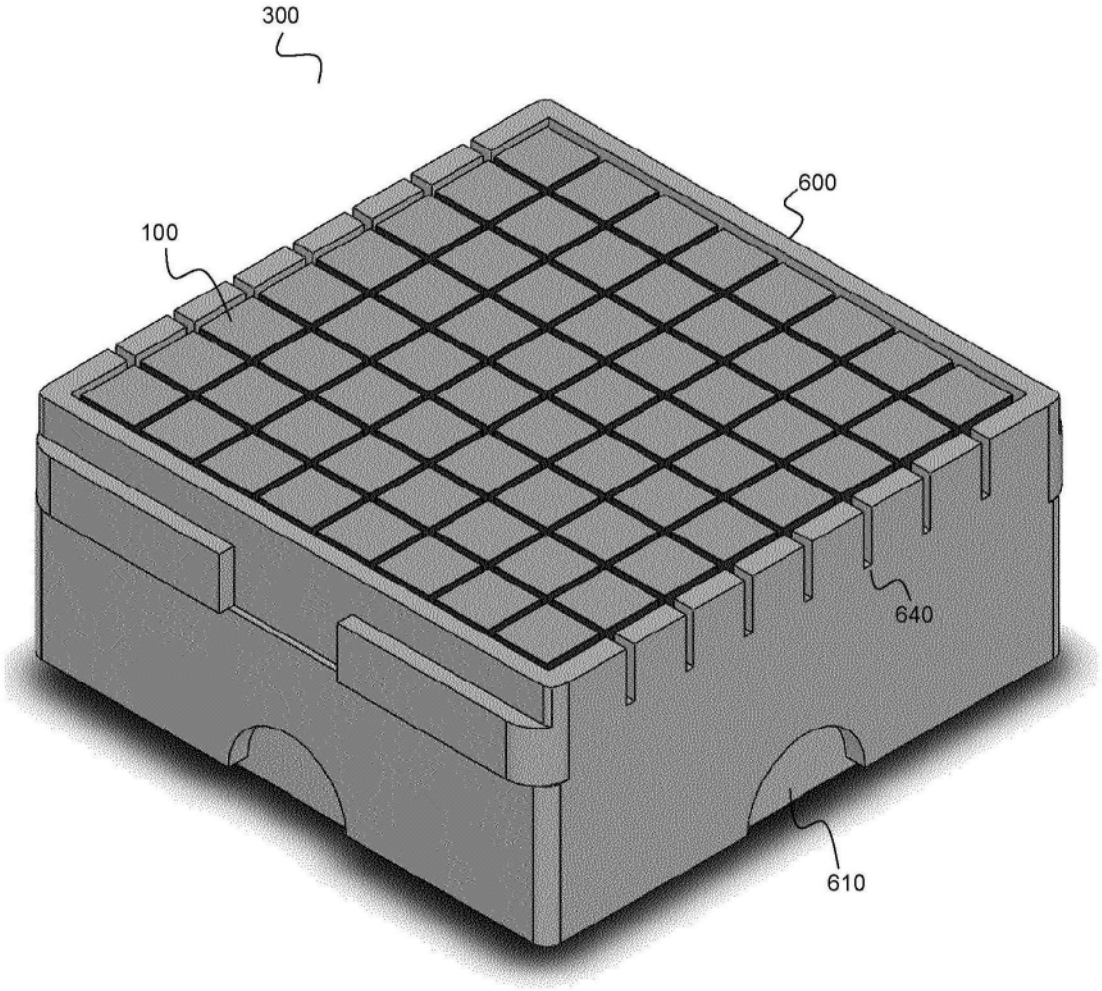


图14A

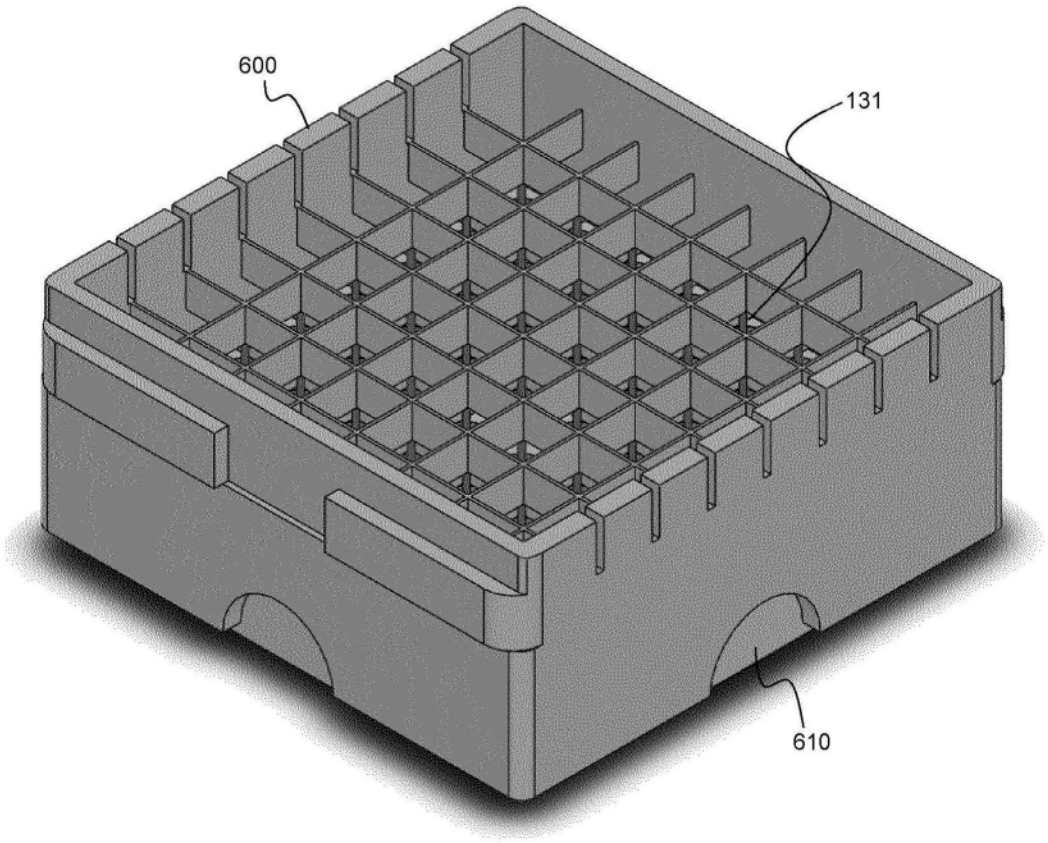


图14B

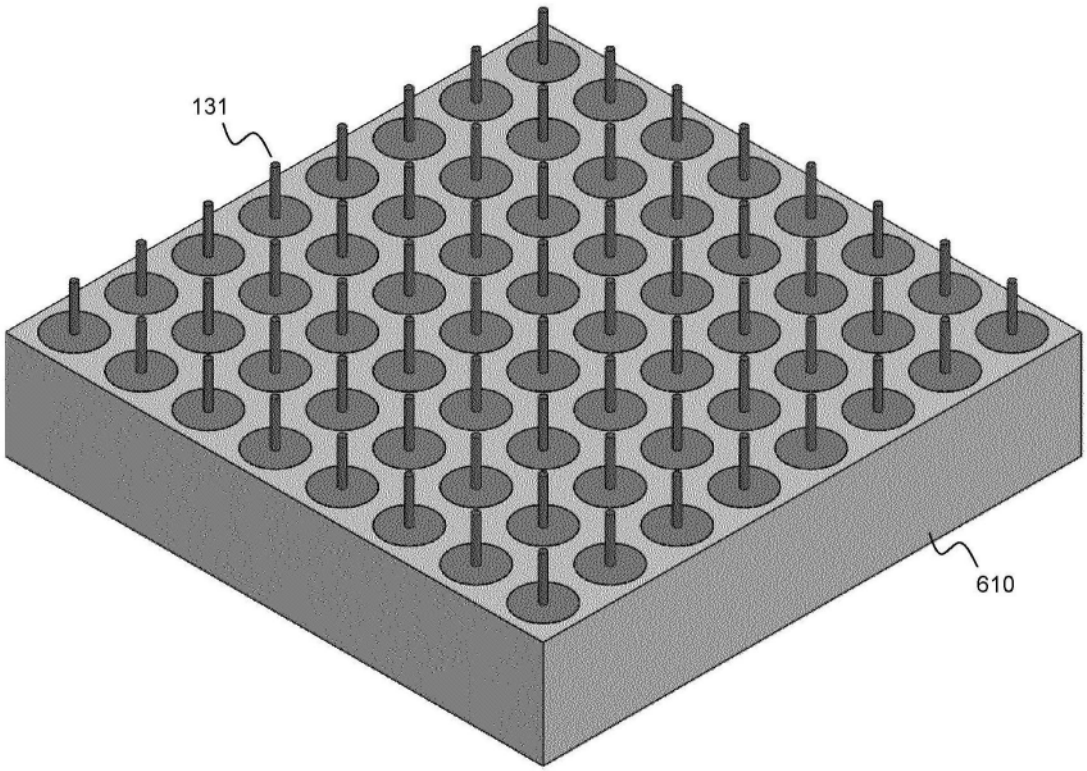


图14C

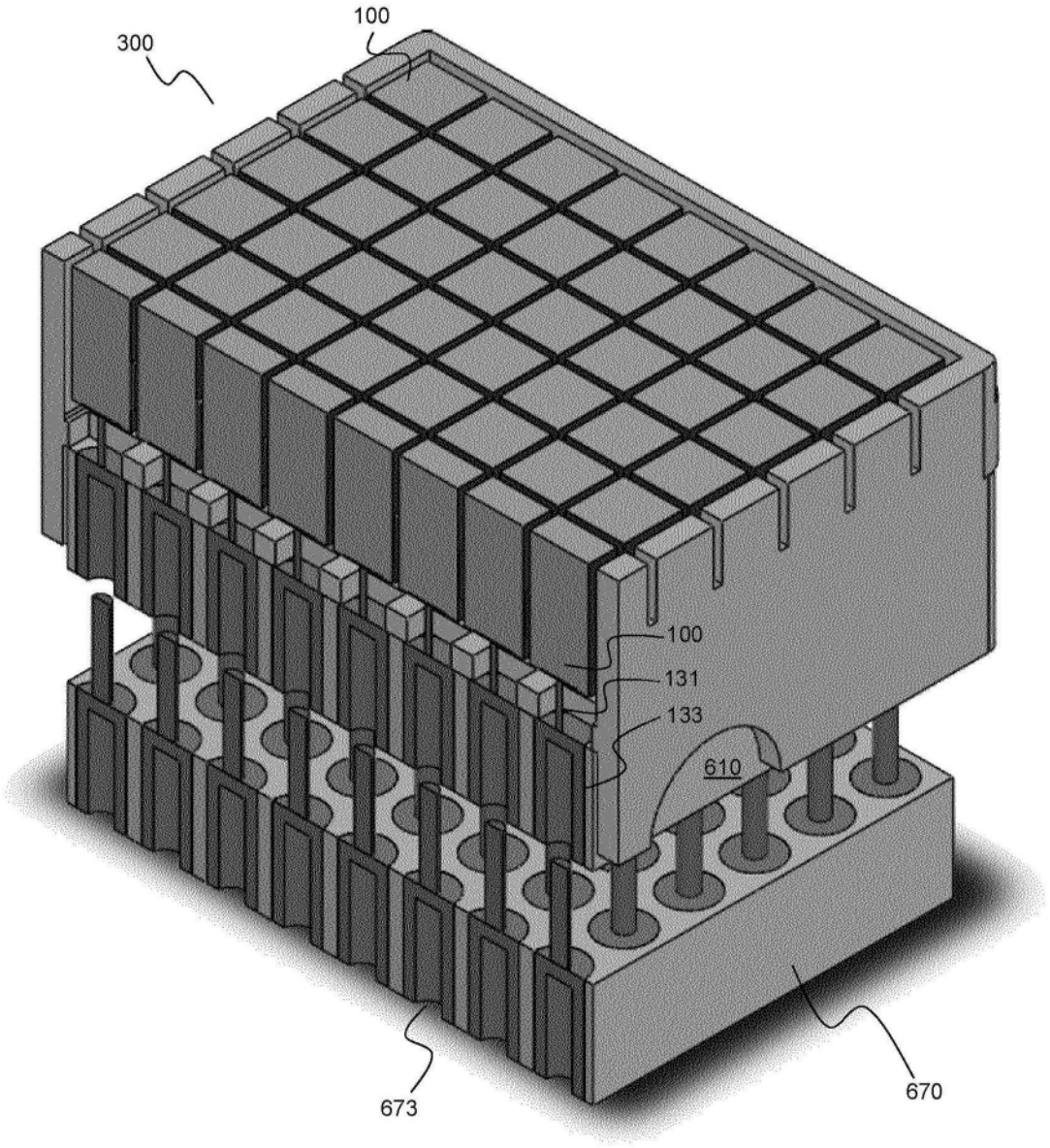


图14D

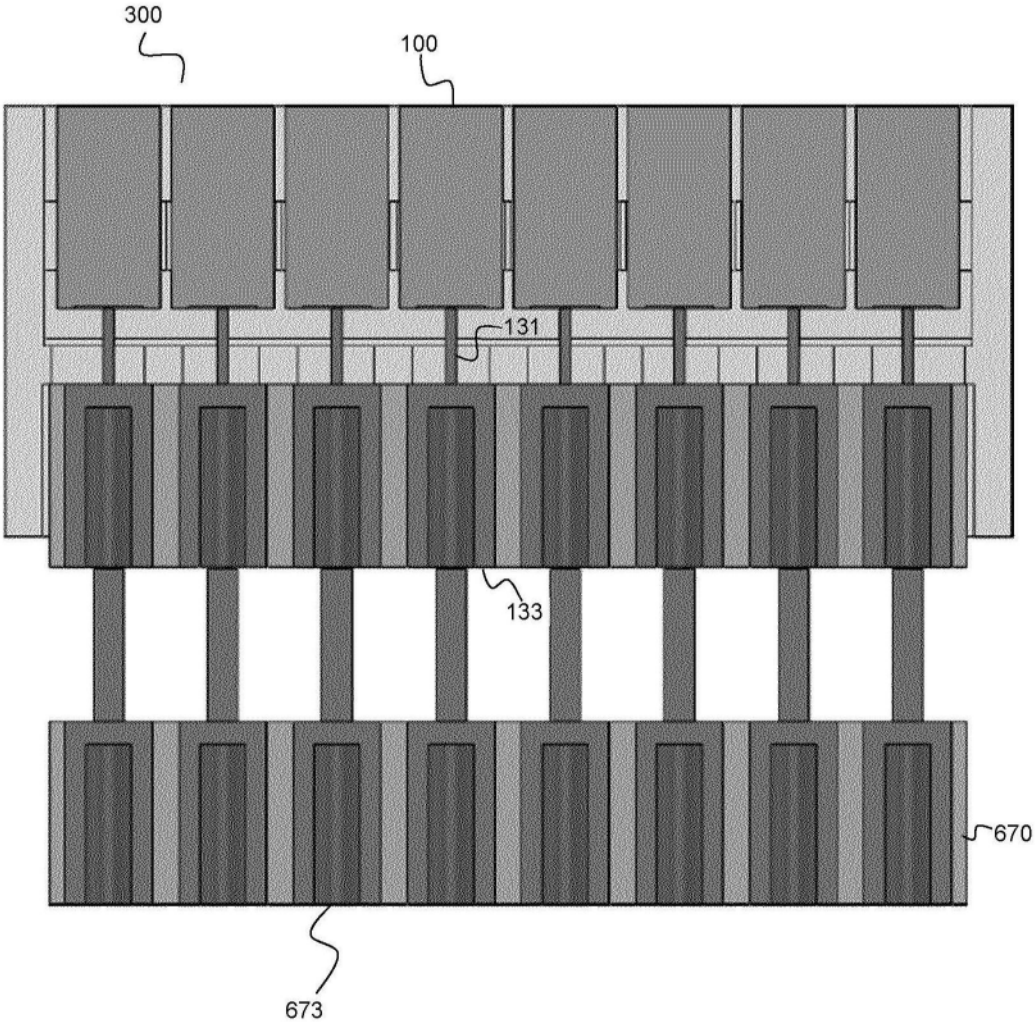


图14E

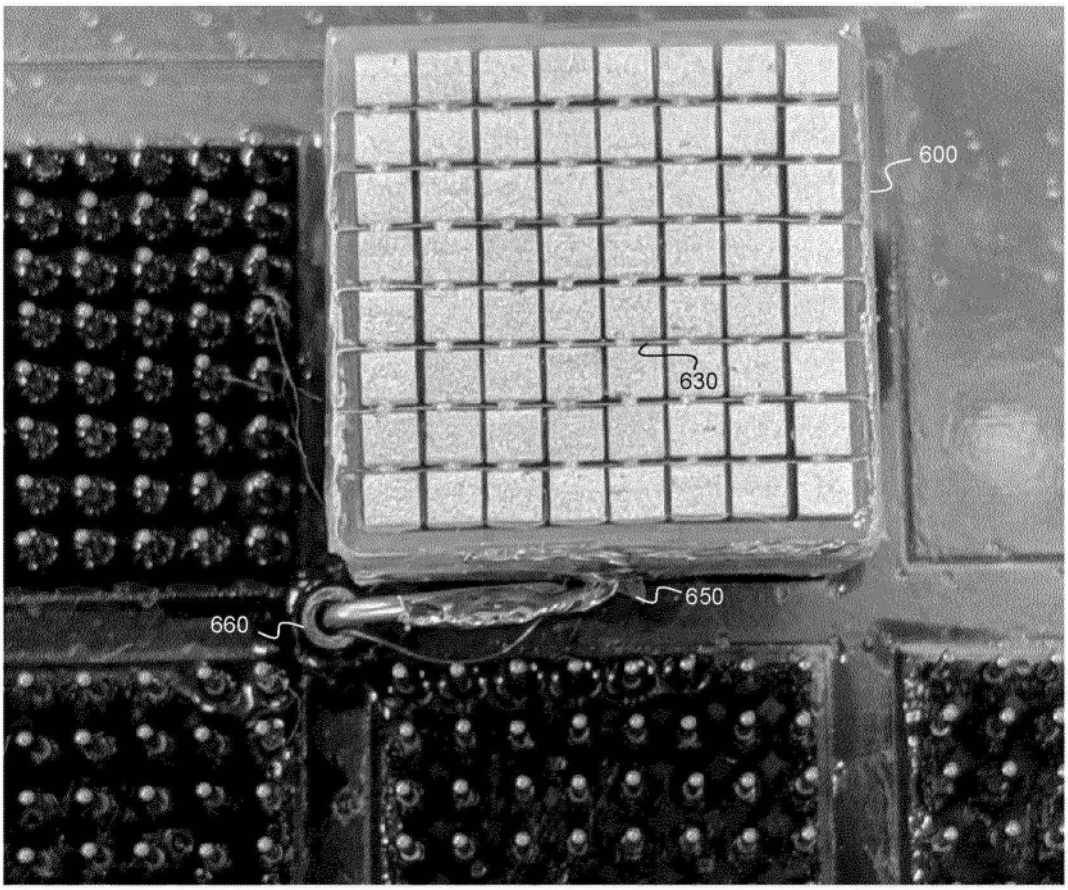


图14F

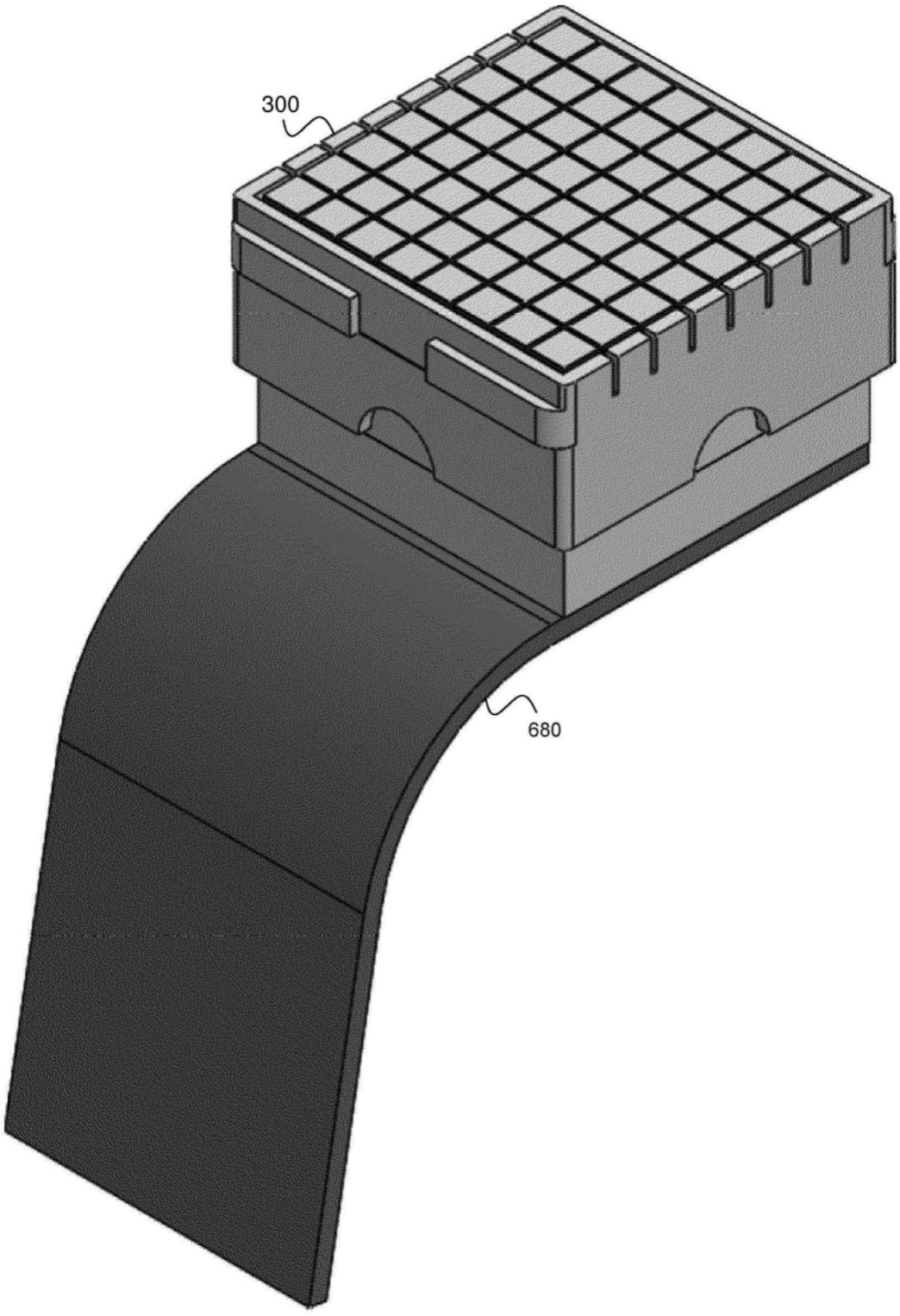


图15

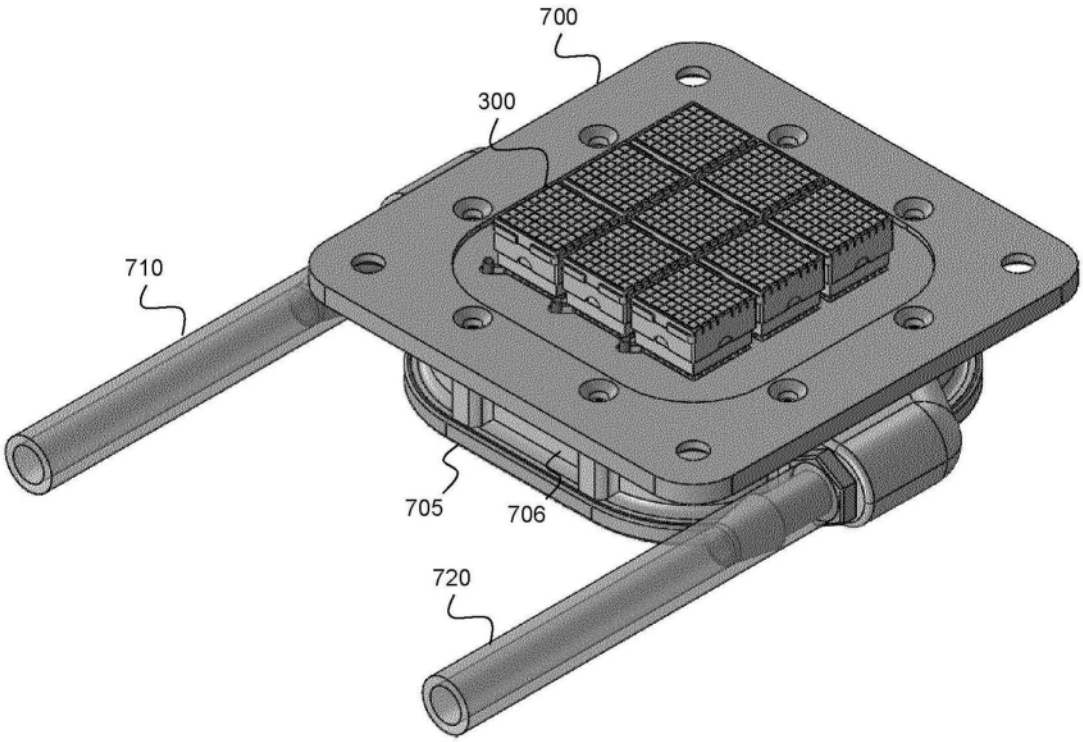


图16

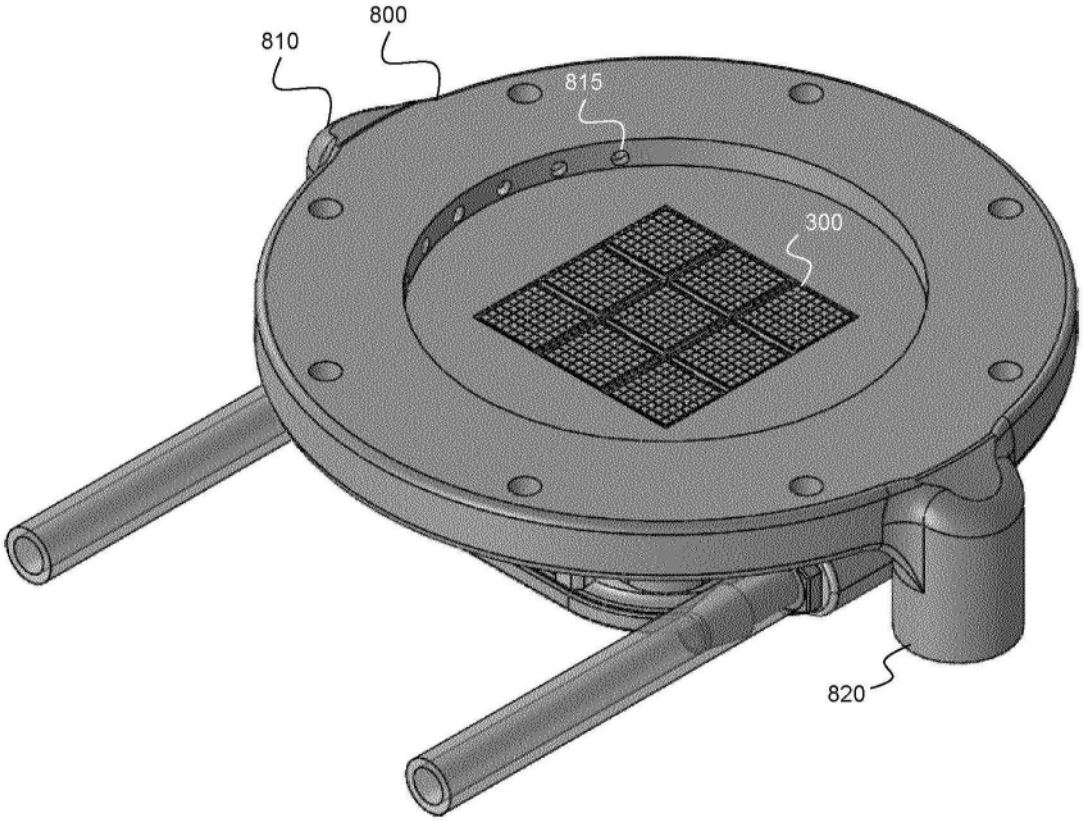


图17

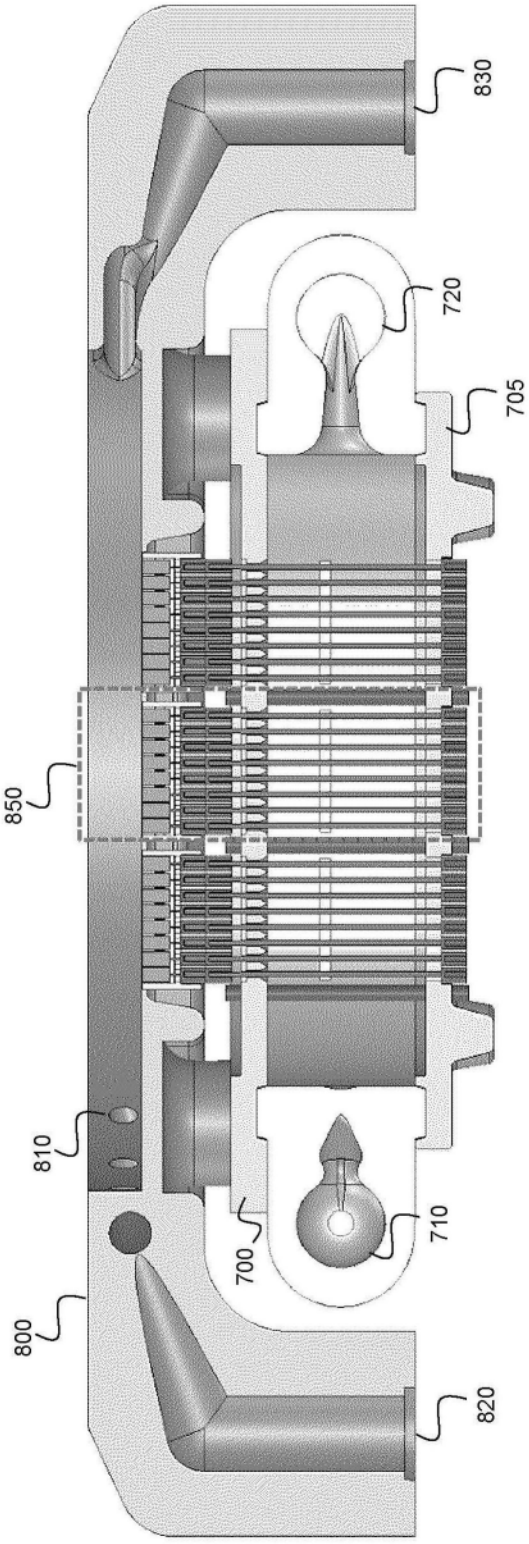


图18

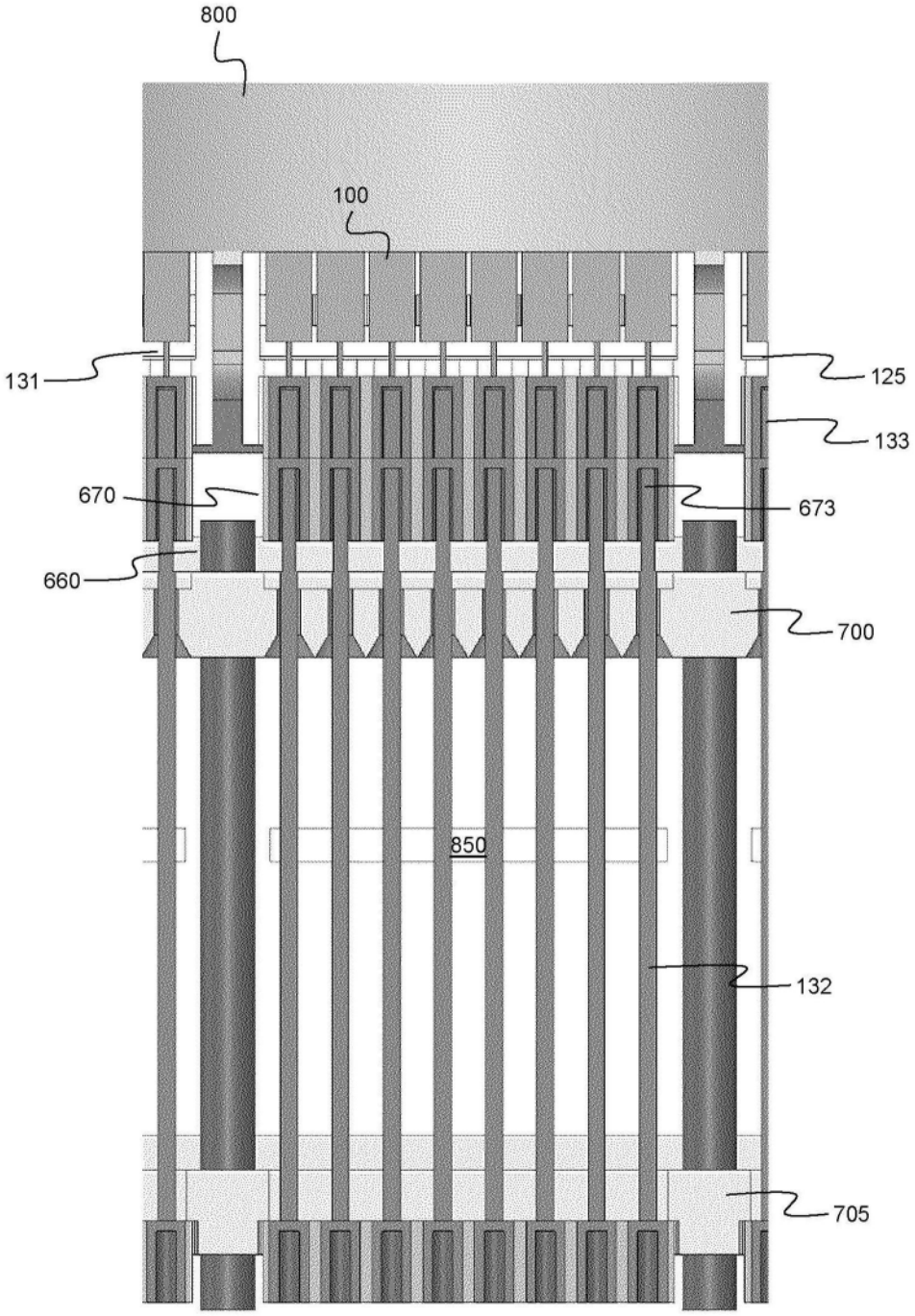


图19