



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118633241 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 10

(21) 申请号 202380019369.4

(22) 申请日 2023.01.17

(30) 优先权数据

17/652,257 2022.02.23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2023/051021 2023.01.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/160905 EN 2023.08.31

(71) 申请人 RF360新加坡私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

(72) 发明人 B·布拉施克 M·霍纳尔

M·纳普 W·鲁伊莱

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 姚宗妮

(51) Int.Cl.

H03H 9/145 (2006.01)

H03H 9/02 (2006.01)

H03H 3/08 (2006.01)

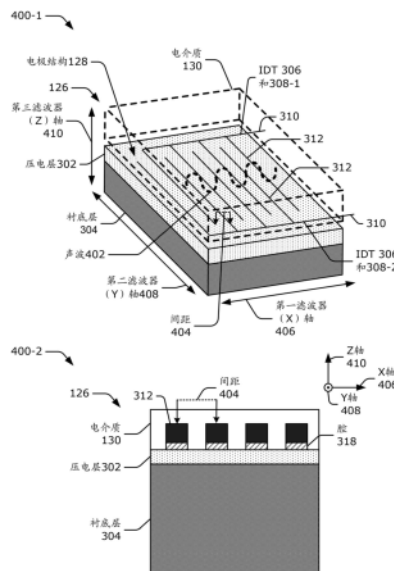
权利要求书4页 说明书16页 附图9页

(54) 发明名称

使用电介质悬置电极结构

(57) 摘要

公开了一种用于使用电介质悬置电极结构的装置。在示例方面,该装置包括具有压电层和电极结构的表面声波滤波器。该电极结构具有面向该压电层并且与该压电层分离一定距离的第一表面。该表面声波滤波器还包括电介质,该电介质设置在该电极结构的至少一个其他表面上,并且被配置为延伸经过由该电极结构的该第一表面限定的平面并朝向该压电层延伸,以限定该电极结构的该第一表面的至少一部分与该压电层之间的腔。



1. 一种装置,所述装置包括:
表面声波滤波器,所述表面声波滤波器包括:
压电层;
电极结构,所述电极结构具有面向所述压电层并且与所述压电层分离一定距离的第一表面;以及
电介质,所述电介质设置在所述电极结构的至少一个其他表面上,并且被配置为延伸经过由所述电极结构的所述第一表面限定的平面并朝向所述压电层延伸,以限定所述电极结构的所述第一表面与所述压电层之间的腔。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述电介质被配置为使所述电极结构的至少一部分被悬置成与所述压电层隔开所述距离。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述电介质粘附到所述电极结构的所述至少一个其他表面。
4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述电介质的部分通过所述电极结构中的不同间隙延伸经过所述平面。
5. 根据权利要求1所述的装置,其中:
所述电极结构包括多个间隙;并且
所述电介质的至少一部分存在于所述多个间隙内并且邻接所述压电层。
6. 根据权利要求1所述的装置,其中所述腔至少部分地填充有气体。
7. 根据权利要求6所述的装置,其中所述气体包括空气。
8. 根据权利要求1所述的装置,其中:
所述电极结构包括:
第一梳状结构,所述第一梳状结构包括第一母线和从所述第一母线延伸的第一组指状物;以及
第二梳状结构,所述第二梳状结构包括第二母线和从所述第二母线延伸的第二组指状物;并且
所述腔存在于所述压电层与所述第一组指状物和所述第二组指状物中的指状物之间。
9. 根据权利要求8所述的装置,其中:
所述电极结构的所述至少一个其他表面包括至少部分地背离所述压电层的第二表面;
并且
所述电介质包括:
帽状件,所述帽状件跨所述指状物的所述第二表面设置;以及
间隔件,所述间隔件通过存在于所述指状物之间的间隙设置在所述压电层与所述帽状件之间。
10. 根据权利要求9所述的装置,其中所述帽状件和所述间隔件包含相同的电介质材料。
11. 根据权利要求9所述的装置,其中所述帽状件的厚度介于约一百纳米与两千纳米之间。
12. 根据权利要求8所述的装置,其中所述腔沿着所述指状物的长度延伸。
13. 根据权利要求8所述的装置,其中所述腔的宽度大于所述指状物的各个宽度。

14. 根据权利要求1所述的装置,其中所述电介质包括以下中的一者或多者:
二氧化硅层;
氮化物层;
氧化铝层;
聚合物层;
二氧化钛层;
二氧化铅层;
氧化钇层;或者
二氧化锆层。
15. 根据权利要求1所述的装置,其中所述腔的高度介于约一纳米与五十纳米之间。
16. 根据权利要求1所述的装置,其中所述压电层被配置为激发以下中的一者:
剪切模式;
瑞利模式;或者
纵向模式。
17. 根据权利要求1所述的装置,其中所述表面声波滤波器包括以下中的至少一者:
第一电介质层,所述第一电介质层设置在所述电介质与所述电极结构之间,设置在所述电介质与所述压电层之间,以及设置在所述电介质与所述腔之间;
第二电介质层,所述第二电介质层设置在所述电极结构的所述第一表面与所述腔之间;或者
第三电介质层,所述第三电介质层设置在所述压电层与所述腔之间,以及设置在所述压电层与所述电介质之间。
18. 根据权利要求17所述的装置,其中:
所述表面声波滤波器包括所述第一电介质层;并且
所述第一电介质层具有介于约一纳米与一百纳米之间的厚度。
19. 根据权利要求17所述的装置,其中:
所述表面声波滤波器包括所述第二电介质层或所述第三电介质层;并且
所述第二电介质层或所述第三电介质层具有介于约一纳米与五纳米之间的厚度。
20. 根据权利要求1所述的装置,其中:
所述表面声波滤波器包括多个级联谐振器;并且
所述多个级联谐振器中的谐振器包括所述压电层和所述电介质。
21. 根据权利要求1所述的装置,所述装置还包括:
耦合到至少一个天线的无线收发器,所述无线收发器包括所述表面声波滤波器,并且被配置为使用所述表面声波滤波器来对经由所述至少一个天线传达的无线信号进行滤波。
22. 根据权利要求1所述的装置,其中所述表面声波滤波器包括薄膜表面声波滤波器。
23. 一种装置,所述装置包括:
表面声波滤波器,所述表面声波滤波器被配置为从射频信号生成滤波信号,所述表面声波滤波器包括:
用于将所述射频信号转换成声波并将传播的声波转换成所述滤波信号的构件;
用于跨平坦表面传播所述声波以产生所述传播的声波的构件;以及

用于将用于转换的所述构件的至少一部分悬置成与所述平坦表面隔开的构件。

24. 根据权利要求23所述的装置, 其中用于悬置的所述构件包括用于反射所述声波的构件。

25. 一种制造表面声波滤波器的方法, 所述方法包括:

提供压电层;

提供电极结构, 所述电极结构具有面向所述压电层并且与所述压电层分离一定距离的第一表面; 以及

提供电介质, 所述电介质将所述电极结构的所述第一表面的至少一部分悬置成与所述压电层隔开所述距离。

26. 根据权利要求25所述的方法, 所述方法还包括:

在所述压电层的表面上提供牺牲层, 所述牺牲层存在于所述压电层与所述电极结构的所述第一表面的所述部分之间;

蚀刻穿过所述电介质到所述牺牲层; 以及

去除所述牺牲层以在所述电极结构的所述第一表面的所述部分与所述压电层之间形成腔。

27. 根据权利要求25所述的方法, 其中:

提供所述压电层包括在第一晶片上提供所述压电层;

提供所述电极结构和提供所述电介质包括在第二晶片上提供所述电极结构和所述电介质; 并且

所述方法还包括:

将所述第一晶片键合到所述第二晶片以在所述电极结构的所述第一表面的所述部分与所述压电层之间形成腔。

28. 一种表面声波滤波器, 所述表面声波滤波器包括:

压电层, 所述压电层具有平坦表面;

电极结构, 所述电极结构包括指状物, 所述指状物具有面向所述压电层的所述平坦表面的第一表面和至少部分地背离所述压电层的第二表面; 以及

电介质, 所述电介质被配置为将所述电极结构的所述指状物与所述压电层的所述平坦表面分离, 所述电介质包括:

帽状件, 所述帽状件跨所述指状物的所述第二表面设置; 以及

间隔件, 所述间隔件通过存在于所述指状物之间的间隙设置在所述压电层与所述帽状件之间。

29. 根据权利要求28所述的表面声波滤波器, 其中所述电介质的所述间隔件被配置为朝向所述压电层的所述平坦表面延伸经过由所述指状物的所述第一表面限定的平面, 以在所述指状物的所述第一表面与所述压电层的所述平坦表面之间限定腔。

30. 根据权利要求29所述的表面声波滤波器, 其中所述腔沿着所述指状物的长度延伸并且延伸超过所述指状物的宽度。

31. 根据权利要求29所述的表面声波滤波器, 其中所述表面声波滤波器包括电介质层, 所述电介质层设置在所述电介质与所述指状物之间, 设置在所述电介质与所述压电层之间, 以及设置在所述电介质与所述腔之间。

32. 根据权利要求29所述的表面声波滤波器,其中所述表面声波滤波器包括设置在所述指状物与所述腔之间的电介质层。

33. 根据权利要求29所述的表面声波滤波器,其中所述表面声波滤波器包括设置在所述压电层与所述腔之间,以及设置在所述压电层与所述电介质之间的电介质层。

34. 根据权利要求28所述的表面声波滤波器,其中所述帽状件和所述间隔件包含不同的电介质材料。

35. 根据权利要求28所述的表面声波滤波器,其中:

所述表面声波滤波器被配置为跨所述压电层的所述平坦表面生成驻表面声波;并且所述间隔件定位在所述驻表面声波的节点处。

使用电介质悬置电极结构

技术领域

[0001] 本公开整体涉及采用滤波器的无线收发器和其他组件,并且更具体地,涉及具有将电极结构的至少一部分悬置成与压电层隔开的电介质的表面声波 (SAW) 滤波器。

背景技术

[0002] 电子设备使用射频 (RF) 信号来传达信息。这些射频信号使用户能够与朋友交谈、下载信息、共享图片、远程控制家用设备以及接收全球定位信息。为了发送或接收给定频带内的射频信号,电子设备可使用滤波器来使频带内的信号通过并且抑制(例如,减弱)具有频带外的频率的干扰或噪声。然而,设计为射频应用(包括利用高于2千兆赫 (GHz) 的频率的那些应用) 提供滤波的滤波器可能是具有挑战性的。

发明内容

[0003] 公开了一种实现用于使用电介质悬置电极结构的技术的装置。在示例具体实施中,表面声波滤波器包括电介质、电极结构和压电层。电介质部分地包封电极结构并且将电极结构的至少一部分悬置在压电层“上方”或与压电层隔开。由于悬置,在电极结构的指状物与压电层之间存在腔。以这种方式,指状物与压电层物理地解耦并且不在压电层上产生质量负载。这种物理解耦在确定指状物的厚度和材料方面提供了附加的设计灵活性和自由度,因为在没有减轻声波衰减、电极结构中的声损耗、非线性和/或声迁移的限制的情况下,可以容易地优化目标电导率。

[0004] 在示例方面,公开了一种用于滤波的装置。该装置包括具有压电层和电极结构的表面声波滤波器。该电极结构具有面向该压电层并且与该压电层分离一定距离的第一表面。该表面声波滤波器还包括电介质,该电介质设置在该电极结构的至少一个其他表面上,并且被配置为延伸经过由该电极结构的该第一表面限定的平面并朝向该压电层延伸,以限定该电极结构的该第一表面的至少一部分与该压电层之间隔开该距离的腔。

[0005] 在示例方面,公开了一种用于滤波的装置。该装置包括被配置为从射频信号生成滤波信号的表面声波滤波器。该表面声波滤波器包括用于将该射频信号转换成声波并将传播的声波转换成该滤波信号的构件。该表面声波滤波器还包括用于跨平坦表面传播该声波以产生该传播的声波的构件。该表面声波滤波器另外包括用于将用于转换的该构件的至少一部分悬置成与该平坦表面隔开的构件。

[0006] 在示例方面,公开了一种用于制造表面声波滤波器的方法。该方法包括提供压电层。该方法还包括提供电极结构,该电极结构具有面向该压电层并且与该压电层分离一定距离的第一表面。该方法另外包括提供电介质,该电介质将该电极结构的该第一表面的至少一部分悬置成与该压电层隔开该距离。

[0007] 在示例方面,公开了一种表面声波滤波器。该表面声波滤波器包括具有平坦表面的压电层。该表面声波滤波器还包括电极结构,该电极结构包括指状物。该指状物具有面向该压电层的该平坦表面的第一表面和至少部分地背离该压电层的第二表面。该表面声波滤

波器还包括电介质,该电介质被配置为将该电极结构的该指状物与该压电层的该平坦表面分离。该电介质包括跨该指状物的该第二表面设置的帽状件。该电介质还包括通过存在于该指状物之间的间隙设置在该压电层与该帽状件之间的间隔件。

附图说明

[0008] 图1例示了用于使用电介质悬置电极结构的示例操作环境。

[0009] 图2例示了包括具有悬置电极结构的电介质的至少一个表面声波滤波器的示例无线收发器。

[0010] 图3例示了具有悬置电极结构的电介质的表面声波滤波器的示例组件。

[0011] 图4例示了具有悬置电极结构的电介质的薄膜表面声波滤波器的第一示例具体实施。

[0012] 图5例示了具有悬置电极结构的电介质的薄膜表面声波滤波器的第二示例具体实施。

[0013] 图6例示了具有悬置电极结构的电介质的薄膜表面声波滤波器的第三示例具体实施。

[0014] 图7例示了具有悬置电极结构的电介质的薄膜表面声波滤波器的第四示例具体实施。

[0015] 图8例示了具有悬置电极结构的电介质的薄膜表面声波滤波器的第五示例具体实施。

[0016] 图9是例示用于制造具有悬置电极结构的电介质的表面声波滤波器的示例过程的流程图。

具体实施方式

[0017] 为了发送或接收给定频带内的射频信号,电子设备可使用滤波器来使频带内的信号通过并且抑制(例如,减弱)具有频带外的频率的干扰或噪声。电声设备(例如,“声滤波器”)可用于在许多应用中对高频信号(诸如具有大于100兆赫(MHz)的频率的那些信号)进行滤波。声滤波器被调谐以使某些频率(例如,其通带内的频率)通过并且使其他频率(例如,其通带外的频率)减弱。使用压电材料作为振动介质,声滤波器通过将沿着电导体传播的电信号波变换成在压电材料上形成的声波(例如,声信号波)来操作。声波然后被转换回电滤波信号。声滤波器可包括在电波与声波之间变换或转换的电极结构。

[0018] 声波以量值显著小于电波的传播速度的量值的速度在压电材料上传播。一般而言,波的传播速度的量值与波的波长大小成比例。因此,在将电信号波转换成声信号波之后,声信号波的波长显著小于电信号波的波长。声信号波的所得较小波长使得能够使用较小滤波器设备来执行滤波。这准许声滤波器在空间受限设备中使用,该空间受限设备包括便携式电子设备,诸如蜂窝电话。

[0019] 一些声滤波器具有电极结构,该电极结构与压电材料直接物理接触或者被薄电介质层(诸如厚度小于20纳米的电介质层)分离。这种直接或间接物理接触可产生不期望的副作用,诸如电极结构中的声损耗、非线性和/或声迁移。在一些情况下,声迁移可使滤波器的声性质劣化并且/或者使电极结构的指状物随时间推移而短路。

[0020] 此外,由于直接或间接物理接触,电极结构的指状物在压电材料上产生质量负载。这种质量负载可使声波衰减,这可损害滤波器性能并且进一步使声滤波器的设计复杂化。考虑电导率与声波衰减之间的折衷。例如,增加指状物的厚度可增加电导率。然而,增加指状物厚度也会增加质量负载,这可进一步使声波衰减并降低声滤波器的性能。因此,声滤波器的电导率至少部分地受到限制以确保声波的充分生成和传播。

[0021] 一些技术可通过优化电极结构的金属层来减轻不期望的副作用(例如,声损耗、非线性或声迁移)。然而,电导率与声波衰减之间的折衷仍然会限制声滤波器的设计。

[0022] 为了解决这个挑战,描述了使用电介质悬置电极结构的技术。在示例具体实施中,表面声波滤波器包括电介质、电极结构和压电层。电介质部分地包封电极结构并且将电极结构的至少一部分悬置在压电层“上方”或与压电层隔开。由于悬置,在电极结构的指状物与压电层之间存在腔。以这种方式,指状物与压电层物理地解耦并且不在压电层上产生质量负载。这种物理解耦在确定指状物的厚度和材料方面提供了附加的设计灵活性和自由度,因为在没有减轻声波衰减、电极结构中的声损耗、非线性和/或声迁移的限制的情况下,可以容易地优化目标电导率。这些技术可与支持高于2GHz的频率的声滤波器以及支持低于2GHz的频率的其他声滤波器一起使用并为它们提供有益效果。

[0023] 图1例示了用于使用电介质悬置电极结构的示例环境100。在环境100中,计算设备102通过无线通信链路106(无线链路106)与基站104进行通信。在该示例中,计算设备102被描绘为智能电话。然而,计算设备102可被实现为任何合适的计算或电子设备,诸如调制解调器、蜂窝基站、宽带路由器、接入点、蜂窝电话、游戏设备、导航设备、媒体设备、膝上型计算机、台式计算机、平板计算机、可穿戴计算机、服务器、网络附接存储(NAS)设备、智能电器或其他物联网(IoT)设备、医疗设备、基于交通工具的通信系统、雷达、无线电装置等。

[0024] 基站104经由无线链路106与计算设备102进行通信,该无线链路可被实现为任何合适类型的无线链路。尽管被描绘为蜂窝网络塔,但基站104可表示或被实现为另一设备,诸如卫星、服务器设备、地面电视广播塔、接入点、对等设备、网状网络节点等。因此,计算设备102可经由无线连接与基站104或另一设备进行通信。

[0025] 无线链路106可包括从基站104传达到计算设备102的数据或控制信息的下行链路、从计算设备102传达到基站104的其他数据或控制信息的上行链路、或者下行链路和上行链路两者。无线链路106可使用任何合适的通信协议或标准来实现,诸如第二代(2G)、第三代(3G)、第四代(4G)或第五代(5G)蜂窝;IEEE 802.11(例如, Wi-Fi[®]);IEEE 802.15(例如, 蓝牙[®]);IEEE 802.16(例如, WiMAX[®]);等。在一些具体实施中,无线链路106可无线地提供功率,并且基站104或计算设备102可包括电源。

[0026] 如图所示,计算设备102包括应用处理器108和计算机可读存储介质110(CRM 110)。应用处理器108可包括执行由CRM 110存储的处理器可执行代码的任何类型的处理器,诸如多核处理器。CRM 110可包括任何合适类型的数据存储介质,诸如易失性存储器(例如,随机存取存储器(RAM))、非易失性存储器(例如,闪存存储器)、光介质、磁介质(例如,磁盘)等。在本公开的上下文中,CRM 110被实现为存储计算设备102的指令112、数据114和其他信息,并且因此不包括瞬态传播的信号或载波。

[0027] 计算设备102还可包括输入/输出端口116(I/O端口116)和显示器118。I/O端口116实现与其他设备、网络或用户的数据交换或交互。I/O端口116可包括串行端口(例如,通用

串行总线(USB)端口)、并行端口、音频端口、红外(IR)端口、用户界面端口诸如触摸屏等。显示器118呈现计算设备102的图形,诸如与操作系统、程序或应用相关联的用户界面。另选地或附加地,显示器118可被实现为显示端口或虚拟接口,通过该显示端口或虚拟接口来呈现计算设备102的图形内容。

[0028] 计算设备102的无线收发器120提供到相应网络以及与其连接的其他电子设备的连接性。无线收发器120可促进通过任何合适类型的无线网络(诸如无线局域网(WLAN)、对等(P2P)网络、网状网络、蜂窝网络、超宽带(UWB)网络、无线广域网(WWAN)和/或无线个域网(WPAN))的通信。在示例环境100的上下文中,无线收发器120使得计算设备102能够与基站104以及与其连接的网络进行通信。然而,无线收发器120还可使得计算设备102能够与其他设备或网络“直接”进行通信。

[0029] 无线收发器120包括用于经由天线122发送和接收通信信号的电路和逻辑。无线收发器120的组件可包括用于调节通信信号(例如,用于生成或处理信号)的放大器、开关、混频器、模数转换器、滤波器等。无线收发器120还可包括用以执行同相/正交(I/Q)操作(诸如合成、编码、调制、解码、解调等)的逻辑。在一些情况下,无线收发器120的组件被实现为单独的发送器和接收器实体。附加地或另选地,可使用多个节段或不同节段来实现无线收发器120以实现相应的发送和接收操作(例如,单独的发送链和接收链)。一般来讲,无线收发器120处理与通过天线122传达计算设备102的数据相关联的数据和/或信号。

[0030] 在图1所示的示例中,无线收发器120包括至少一个表面声波滤波器124。在一些具体实施中,无线收发器120包括多个表面声波滤波器124,该多个表面声波滤波器可由串联、并联、以梯形结构、以晶格结构或它们的某种组合布置的表面声波谐振器形成。表面声波滤波器124可以是薄膜表面声波滤波器126(TFSAW滤波器126)或未示出的另一种类型的表面声波滤波器,诸如高质量温度补偿表面声波滤波器(HQ-TC SAW滤波器)。一般来讲,表面声波滤波器124可以是具有足够的机电耦合系数(k^2) (例如,具有大于设计阈值的机电耦合系数)的任何类型的表面声波滤波器。

[0031] 表面声波滤波器124包括至少一个电极结构128和电介质130(例如,电介质材料或至少一个电介质层)。电介质130部分地包封电极结构128并且将电极结构128的至少一部分悬置在表面声波滤波器124的压电层上方。具体地,电介质130使得能够在电极结构128的指状物与压电层之间形成腔。该腔使得电极结构128的指状物能够与压电层物理地解耦。换句话说,电介质130维持电极结构128的指状物与压电层之间的分离。

[0032] 悬置电极结构128的指状物可使表面声波滤波器124的机电耦合系数减小。然而,可确定电极结构128与压电层之间的距离(例如,腔的高度)以使得能够实现目标机电耦合系数。通过悬置指状物,可避免与直接或间接物理接触相关联的一些负面副作用。这些负面副作用可包括电极结构128中的声损耗、非线性和/或声迁移。再者,电极结构的电导率不再受到声波衰减的限制。关于图2进一步描述表面声波滤波器124。

[0033] 图2例示了示例无线收发器120。在所描绘的配置中,无线收发器120包括发送器202和接收器204,它们分别耦合到第一天线122-1和第二天线122-2。在其他具体实施中,发送器202和接收器204可通过双工器(未示出)连接到同一天线。发送器202被示出为包括至少一个数模转换器206(DAC 206)、至少一个第一混频器208-1、至少一个放大器210(例如,功率放大器)和至少一个第一表面声波滤波器124-1。接收器204包括至少一个第二表面声

波滤波器124-2、至少一个放大器212(例如,低噪声放大器)、至少一个第二混频器208-2和至少一个模数转换器214(ADC 214)。第一混频器208-1和第二混频器208-2耦合到本地振荡器216。尽管未明确示出,但发送器202的数模转换器206和接收器204的模数转换器214可耦合到(图1的)应用处理器108或与无线收发器120相关联的另一处理器(例如,调制解调器)。

[0034] 在一些具体实施中,使用诸如收发器电路236和射频前端(RFFE)电路238的多个电路(例如,多个集成电路)来实现无线收发器120。因此,形成发送器202和接收器204的组件跨这些电路分布。如图2所示,收发器电路236包括发送器202的数模转换器206、发送器202的混频器208-1、接收器204的混频器208-2和接收器204的模数转换器214。在其他具体实施中,可在包括应用处理器108或调制解调器的另一单独电路上实现数模转换器206和模数转换器214。射频前端电路238包括发送器202的放大器210、发送器202的表面声波滤波器124-1、接收器204的表面声波滤波器124-2和接收器204的放大器212。

[0035] 在发送期间,发送器202生成使用天线122-1发送的射频发送信号218。为了生成射频发送信号218,数模转换器206向第一混频器208-1提供预上变频发送信号220。预上变频发送信号220可以是基带信号或中频信号。第一混频器208-1使用由本地振荡器216提供的本地振荡器(L0)信号222来对预上变频发送信号220进行上变频。第一混频器208-1生成上变频信号,该上变频信号被称为预滤波器发送信号224。预滤波器发送信号224可以是射频信号并且包括一些噪声或不想要的频率,诸如谐波频率。放大器210放大预滤波器发送信号224,并且将放大的预滤波器发送信号224传递到第一表面声波滤波器124-1。

[0036] 第一表面声波滤波器124-1对放大的预滤波器发送信号224进行滤波以生成滤波发送信号226。作为滤波过程的一部分,第一表面声波滤波器124-1减弱预滤波器发送信号224内的噪声或不想要的频率。发送器202将滤波发送信号226提供给天线122-1以供发送。所发送的滤波发送信号226由射频发送信号218表示。

[0037] 在接收期间,天线122-2接收射频接收信号228并将射频接收信号228传递到接收器204。第二表面声波滤波器124-2接受所接收的射频接收信号228,所接收的射频接收信号由预滤波器接收信号230表示。第二表面声波滤波器124-2对预滤波器接收信号230内的任何噪声或不想要的频率进行滤波以生成滤波接收信号232。

[0038] 接收器204的放大器212放大滤波接收信号232,并且将放大的滤波接收信号232传递到第二混频器208-2。第二混频器208-2使用本地振荡器信号222对放大的滤波接收信号232进行下变频以生成下变频接收信号234。模数转换器214将下变频接收信号234转换成数字信号,该数字信号可由应用处理器108或与无线收发器120相关联的另一处理器(例如,调制解调器)来处理。

[0039] 图2例示了无线收发器120的一个示例配置。无线收发器120的其他配置可支持多个频带并且跨多个收发器共享天线122。本领域的普通技术人员可了解可包括表面声波滤波器124的各种其他配置。例如,表面声波滤波器124可被集成在无线收发器120的双工器或共用器内。关于图3至图8进一步描述表面声波滤波器124-1或124-2的示例具体实施。

[0040] 图3例示了表面声波滤波器124的示例组件。在所描绘的配置中,表面声波滤波器124包括电极结构128、电介质130(例如,电介质材料)、至少一个压电层302和至少一个衬底层304。电极结构128包括导电材料(诸如金属),并且可包括一个或多个层。该一个或多个层可包括一个或多个金属层,并且可任选地包括一个或多个粘附层。作为示例,金属层可由铝

(Al)、铜(Cu)、银(Ag)、金(Au)、钨(W)或它们的某种组合或掺杂型式构成。粘附层可由铬(Cr)、钛(Ti)、钼(Mo)或它们的某种组合构成。

[0041] 电极结构128可包括一个或多个叉指换能器306。叉指换能器306将电信号转换成声波并将声波转换成滤波电信号。叉指换能器306包括至少两个梳状结构308-1和308-2。每个梳状结构308-1和308-2包括母线310(例如,导电段或导电轨)和多个指状物312(例如,电极指状物)。在一些示例中,指状物312的厚度可介于约100纳米与1500纳米之间。关于图4进一步描述示例叉指换能器306。尽管未明确示出,但电极结构128还可包括两个或更多个反射器。在示例具体实施中,叉指换能器306被布置在两个反射器之间,这两个反射器朝叉指换能器306将声波反射回去。

[0042] 电介质130包括至少一个帽状件314和多个间隔件316。帽状件314是指电介质130的可设置在电极结构128上的一部分。在这种情况下,帽状件314至少跨指状物312的长度的的一部分设置。在示例具体实施中,帽状件314跨指状物312的大部分长度设置。任选地,帽状件314还可跨母线310、反射器或芯片的其他零件设置。帽状件314的厚度可为约100纳米或更大(例如,约200纳米、500纳米、1000纳米或2000纳米)。

[0043] 一般来讲,帽状件314粘附到电极结构128并且作为用于悬置电极结构128的基础或框架起作用。在一些方面,帽状件314还可用作气密封装件的主层。附加的电介质层可设置在帽状件314上以提供防潮保护。

[0044] 间隔件316通过电极结构128内的间隙(例如,指状物312之间的间隙)而设置在压电层302的各部分与帽状件314之间。在一些情况下,间隔件316也设置在母线310与压电层302之间。附加地或另选地,间隔件316可设置在反射器与压电层302之间。以这种方式,间隔件316支撑母线310和/或反射器并且提供用于蚀刻的进入孔和馈线,这将关于图9进一步详细解释。一般来讲,间隔件316的厚度可大于指状物312的厚度。间隔件316提供结构支撑以将帽状件314升高到压电层302上方。通过升高帽状件314,间隔件316将电极结构128的至少一部分(例如,指状物312的至少一部分)悬置成与压电层302隔开。换句话说,间隔件316具有足以将电极结构128的部分与压电层302物理地分离的大小。

[0045] 腔318(或间隙)形成在悬置的电极结构128与压电层302之间。腔318可包括气体,诸如空气。在一些具体实施中,腔318的高度介于约1纳米与50纳米之间。例如,腔318的高度可为约10纳米、30纳米或50纳米。一般来讲,术语“约”可意味着任何高度可在指定值的 $\pm 10\%$ 内或更小(例如,在指定值的 $\pm 5\%$ 、 $\pm 3\%$ 或 $\pm 2\%$ 内)。

[0046] 确定腔318的高度以使得能够达到目标机电耦合系数,同时实现与悬置电极结构128相关联的有益效果。例如,腔318的高度可为约10纳米以实现约7%的机电耦合系数。增加腔318的高度可减小机电耦合系数。此外,减小腔318的高度可增加机电耦合系数。

[0047] 间隔件316提供稳定性和支撑以防止腔318塌陷。间隔件316还反射表面声波。在一些具体实施中,间隔件316定位在驻表面声波的节点处以最小化衰减。

[0048] 可使用各种不同类型的电介质材料来形成电介质130,该电介质材料诸如二氧化硅(SiO_2)、碳掺杂氧化物膜(SiCOH)、氮化物、氧化铝(Al_2O_3)、聚合物(例如,苯并环丁烯(BCB)或聚酰亚胺)、二氧化钛(TiO_2)、二氧化铪(HfO_2)、氧化钇(Y_2O_3)、二氧化锆(ZrO_2)或它们的某种组合或掺杂型式。在一些具体实施中,电介质由多个层构成。该多个层可使用相同材料或不同材料形成。此外,帽状件314和间隔件316可使用相同材料或不同材料来实现。

[0049] 在一些具体实施中,表面声波滤波器124包括附加的电介质层,诸如图6中所示的电介质层中的一个或多个电介质层。该电介质层可在制造过程期间用作蚀刻停止层或阻挡层。附加地或另选地,电介质层用作密封件或保护层以防外部元件的影响。

[0050] 在示例具体实施中,可使用表现出压电性质(例如,可将机械能转变成电能或将电能转变成机械能)的各种不同材料来实现压电层302。材料的示例类型包括铌酸锂(LiNbO_3)、钽酸锂(LiTaO_3)、石英、氮化铝(AlN)、氮化铝钪(AlScN)或它们的某种组合。一般来讲,形成压电层302的材料具有晶体结构。这种晶体结构由粒子(例如,原子、离子或分子)的有序排列限定。在一些方面,压电层302的材料和晶体结构被选择为使得压电层具有剪切模式、瑞利模式(Rayleigh mode)或纵向模式。

[0051] 衬底层304包括可支持钝化、温度补偿、功率处理、模式抑制等的一个或多个子层。作为示例,衬底层304可包括至少一个补偿层320、至少一个电荷俘获层322、至少一个支撑层324或它们的某种组合。这些子层可被认为是衬底层304的一部分或它们自己的单独层。

[0052] 补偿层320可提供温度补偿以使得表面声波滤波器124能够基于压电层302的厚度来达到目标频率温度系数。在一些具体实施中,补偿层320的厚度可被定制以提供模式抑制(例如,抑制杂散板模式)。在示例具体实施中,可使用至少一个二氧化硅(SiO_2)层、至少一个掺杂二氧化硅层、至少一个氮化硅层、至少一个氮氧化硅层或它们的某种组合来实现补偿层320。在一些应用中,衬底层304可以不包括例如补偿层320以减少表面声波滤波器124的成本。

[0053] 电荷俘获层322可俘获补偿层与支撑层之间的接触面处的感应电荷,以便例如抑制非线性衬底效应。电荷俘获层322可包括至少一个多晶硅(poly-Si)层(例如,多晶形硅(polycrystalline silicon)层或多晶式硅(multicrystalline silicon)层)、至少一个非晶硅层、至少一个氮化硅(SiN)层、至少一个氮氧化硅(SiON)层、至少一个氮化铝(AlN)层、类金刚石碳(DLC)、金刚石或它们的某种组合。

[0054] 支撑层324可使得声波能够跨压电层302的表面形成并且减少泄漏到衬底层304中的能量的量。在一些具体实施中,支撑层324还可充当补偿层320。一般来讲,支撑层324由非导电且提供隔离的材料构成。例如,可使用硅(Si)材料(例如,掺杂高电阻硅材料)、蓝宝石材料(例如,氧化铝(Al_2O_3))、碳化硅(SiC)材料、熔融二氧化硅材料、石英、玻璃、金刚石或它们的某种组合来形成支撑层324。在一些具体实施中,支撑层324具有与压电层302相对类似的热膨胀系数(TEC)。支撑层324还可具有特定的晶体取向以支持对杂散模式的抑制或减弱。

[0055] 在一些方面,表面声波滤波器124可被认为是谐振器。有时,表面声波滤波器124可连接到与不同于表面声波滤波器124的层堆叠相关联的其他谐振器。在其他方面,表面声波滤波器124可被实现为使用相同层(例如,压电层302和/或衬底层304)的多个互连谐振器。关于图4进一步描述电极结构128和电介质130。

[0056] 图4例示了具有悬置电极结构128的电介质130的薄膜表面声波滤波器126的示例具体实施。在图4的顶部示出了薄膜表面声波滤波器126的三维透视图400-1,并且在图4的底部示出了薄膜表面声波滤波器126的二维横截面视图400-2。

[0057] 薄膜表面声波滤波器126包括电极结构128、电介质130、压电层302和至少一个衬底层304。电极结构128可包括一个或多个叉指换能器306。在二维横截面视图400-2中示出

的所描绘的配置中,压电层302设置在电介质130与衬底层304之间。电介质130包封(例如,围绕、物理接触或至少接近)指状物312的至少一个其他表面,该至少一个其他表面至少部分地背离压电层302。关于图5进一步描述电介质130的帽状件314和间隔件316。在一些具体实施中,电介质130跨电极结构128的母线310设置,如图4所示。

[0058] 电介质130在指状物312与压电层302之间形成腔318。在一些情况下,腔318可被认为是多个腔的集合。在其他情况下,腔318可被认为是具有相交分支的单个腔。有时,腔318的宽度可约等于指状物312的宽度。一般来讲,术语“约”可意味着任何宽度可在指定值的 $\pm 10\%$ 内或更小(例如,在指定值的 $\pm 5\%$ 、 $\pm 3\%$ 或 $\pm 2\%$ 内)。在其他具体实施中,腔318的宽度可大于指状物312的宽度,如关于图5进一步描述的。在一些方面,电介质130不在母线310与压电层302之间形成腔。一些封装结构可具有由电介质130形成的外层。其他封装结构可具有不同于电介质130的外层。在一些情况下,电介质130和外层分离一定距离,并且在电介质130与封装件的外层之间存在另一腔。

[0059] 在三维透视图400-1中,叉指换能器306被示出为具有两个梳状结构308-1和308-2,其中指状物312从两个母线310朝彼此延伸。指状物312以互锁方式布置在叉指换能器306的两个母线310之间(例如,以叉指方式布置)。换句话说,连接到第一母线310的指状物312朝第二母线310延伸,但未连接到第二母线310。同样,连接到第二母线310的指状物312朝第一母线310延伸,但未连接到第一母线310。

[0060] 在沿着母线310的方向上,存在重叠区域,该重叠区域包括其中一个指状物312的一部分与相邻指状物312的一部分重叠的中心区域。包括重叠的该中心区域可被称为孔口、轨道或有源区域,其中在指状物312之间产生电场以使声波402至少在压电层302的该区域中形成。

[0061] 指状物312的物理周期性被称为叉指换能器306的间距404。间距404可以各种方式指示。例如,在某些方面,间距404可对应于中心区域中叉指换能器306的相邻指状物312之间的距离的量值。例如,该距离可被定义为指状物312中的每个指状物的中心点之间的距离。当指状物312具有均匀宽度时,通常可在一个指状物312的右(或左)边缘与相邻指状物312的右(或左)边缘之间测量该距离。在某些方面,叉指换能器306的相邻指状物312之间的距离的平均值可用于间距404。压电层302振动的频率是电极结构128的主谐振频率。该频率至少部分地由叉指换能器306的间距404和薄膜表面声波滤波器126的其他性质来确定。

[0062] 在三维透视图400-1中,薄膜表面声波滤波器126由第一(X)轴406、第二(Y)轴408和第三(Z)轴410限定。第一轴406和第二轴408平行于压电层302的平坦表面,并且第二轴408垂直于第一轴406。第三轴410正交(例如,垂直)于压电层302的平坦表面。叉指换能器306的母线310被定向为平行于第一轴406。叉指换能器306的指状物312被定向为平行于第二轴408。此外,压电层302的取向使声波402主要在第一轴406的方向上形成。因此,声波402在与叉指换能器306的指状物312的方向基本上垂直的方向上形成。

[0063] 在操作期间,表面声波滤波器124(例如,图4的薄膜表面声波滤波器126或另一种类型的表面声波滤波器)接受射频信号,诸如图2中所示的预滤波器发送信号224或预滤波器接收信号230。电极结构128使用逆压电效应在压电层302上激发声波402。例如,电极结构128中的叉指换能器306基于所接受的射频信号生成交变电场。压电层302使得声波402能够响应于由叉指换能器306生成的交变电场而形成。换句话说,压电层302至少部分地使声波

402响应于由一个或多个叉指换能器306进行的电刺激而形成。

[0064] 声波402跨压电层302传播并且与叉指换能器306或电极结构128内的另一叉指换能器(图4中未示出)相互作用。传播的声波402可以是驻波。在一些具体实施中,电极结构128内的两个反射器使声波402被形成为跨压电层302的一部分的驻波。在其他具体实施中,声波402跨压电层302从叉指换能器306传播到另一叉指换能器(未示出)。

[0065] 使用压电效应,电极结构128基于传播的表面声波402生成滤波射频信号。具体地,由于通过声波402的传播而生成的机械应力,压电层302生成交变电场。交变电场在另一叉指换能器或叉指换能器306中感应出交变电流。该交变电流形成在表面声波滤波器124的输出部处提供的滤波射频信号。滤波射频信号可包括图2的滤波发送信号226或滤波接收信号232。

[0066] 应当理解,虽然在图4中例示了一定数量的指状物,但实际指状物的数量以及指状物和母线的长度和宽度在实际具体实施中可以不同。此类参数取决于特定应用和期望的滤波器特性。另外,薄膜表面声波滤波器126或另一种类型的表面声波滤波器可包括多个互连电极结构,每个互连电极结构包括多个叉指换能器306以达到期望的通带(例如,串联或并联连接的多个互连谐振器或叉指换能器306以形成期望的滤波器传递函数)。

[0067] 尽管未明确示出,但电极结构128还可包括两个或更多个反射器。在示例具体实施中,叉指换能器306被布置在两个反射器(未示出)之间,这两个反射器朝叉指换能器306将声波402反射回。电极结构128内的每个反射器可具有两个母线和各自连接到两个母线的导电指状物的光栅结构。在一些具体实施中,反射器的间距可与叉指换能器306的间距404相似或相同,以在谐振频率范围内反射声波402。关于图5进一步描述了电介质130的特征。

[0068] 图5例示了具有悬置电极结构128的电介质130的薄膜表面声波滤波器126的另一示例具体实施。在所描绘的配置中,电极结构128的指状物312被示出为具有四个表面502-1、502-2、502-3和502-4。表面502-1和502-2可基本上彼此平行。此外,表面502-3和502-4可基本上彼此平行并且正交于表面502-1和502-2。表面502-1面向压电层302并且接近压电层302。表面502-1与压电层302分离一定距离。该距离可对应于腔318的高度。表面502-2与表面502-1相对并且至少部分地背离压电层302。在一些方面,第三(Z)滤波器轴410基本上正交于表面502-1和502-2。表面502-3和502-4与表面502-1和502-2相邻。第一(X)轴406可基本上正交于表面502-3和502-4。

[0069] 如图5所示,电介质130包封或围绕指状物312的表面502-2至502-4的至少一部分。电介质130延伸经过由电极结构128的第一表面502-1限定的平面并且朝压电层302延伸以限定腔318。图5中例示了虚线以区分电介质130的帽状件314与间隔件316。在这种情况下,帽状件314表示电介质130的设置在指状物312的表面502-2上和/或设置在间隔件316上的一部分。间隔件316表示电介质130的设置在相邻指状物312的表面502-3与502-4之间的部分。一般来讲,间隔件316包括电介质130的朝压电层302延伸经过第一表面502-1的部分。在一些具体实施中,间隔件316邻接压电层302。

[0070] 尽管未明确示出,但电极结构128还可具有基本上正交于第二(Y)轴408的两个其他表面。电介质130可任选地包封或围绕这些表面的至少一部分。

[0071] 沿着第二(Y)轴408,间隔件316可被实现为一个连续部件。另选地,可使用沿第二(Y)轴408彼此物理地分离的多个部件来实现间隔件316。在一些具体实施中,间隔件316沿

第二(Y)轴408的长度可约等于相邻腔318的长度。在其他具体实施中,间隔件316沿第二(Y)轴408的长度小于相邻腔318的长度但大于相邻腔318的长度的一半。在又其他具体实施中,间隔件316的长度大于相邻腔318的长度。

[0072] 沿着第一(X)轴406和/或第二(Y)轴408,帽状件314可被实现为一个连续部件。另选地,可使用沿第一(X)轴406和/或第二(Y)轴408彼此物理地分离的多个部件来实现帽状件314。一般来讲,帽状件314设置在间隔件316上。在一些情况下,帽状件314还设置在电极结构128的至少一部分上,诸如跨指状物312的至少一部分、母线310的至少一部分和/或反射器的至少一部分。

[0073] 除了腔318的宽度大于指状物312的宽度之外,图5的薄膜表面声波滤波器126类似于图4的薄膜表面声波滤波器126。换句话说,腔318的宽度延伸经过指状物312的宽度。作为示例,腔318的宽度可比指状物312的宽度大约1%、5%或10%。一般来讲,腔318的宽度受到间隔件316的目标宽度的限制以用于提供用于悬置电极结构128的结构支撑。薄膜表面声波滤波器126还可包括附加的电介质层,如关于图6进一步描述的。

[0074] 图6例示了具有悬置电极结构128的电介质130的薄膜表面声波滤波器126的又一示例具体实施。在所描绘的配置中,薄膜表面声波滤波器126包括电介质层602-1、602-2和602-3。在其他具体实施中,薄膜表面声波滤波器126包括电介质层602-1、602-2和/或602-3的子集或未示出的附加的电介质层。在一些情况下,电介质层602-1至602-3在薄膜表面声波滤波器126的制造期间用作蚀刻停止层或阻挡层。

[0075] 电介质层602-1设置在电介质130与压电层302之间、电介质130与腔318之间,以及电介质130与指状物312的表面502-2至502-4之间。在示例具体实施中,电介质层602-1可具有介于约1纳米与100纳米之间的厚度。电介质层602-2设置在指状物312的表面502-1上。因此,电介质层602-2位于指状物312与腔318之间。电介质层602-3设置在压电层302的表面上。因此,电介质层602-3位于压电层302与电介质130之间,并且位于压电层302与腔318之间。电介质层602-2和602-3的厚度可介于约1纳米与5纳米之间。

[0076] 尽管关于薄膜表面声波滤波器126进行了描述,但用于使用电介质130悬置电极结构128的技术也可应用于其他类型的表面声波滤波器。例如,高质量温度补偿表面声波滤波器的补偿层320可充当电介质130,并且悬置高质量温度补偿表面声波滤波器的电极结构128。以这种方式,补偿层320可提供温度补偿,以使得高质量温度补偿表面声波滤波器能够达到目标频率温度系数,同时还悬置电极结构128。作为示例,可使用至少一个二氧化硅层来实现补偿层320。

[0077] 本领域的普通技术人员可了解电介质130可悬置电极结构128的各种其他配置。例如,一些具体实施可在指状物312之间具有不包括间隔件316的一个或多个间隙。在这种情况下,帽状件314可沿着指状物312的表面502-3或502-4的一部分向下延伸,沿着该指状物的该表面的该部分不存在间隔件316。此外,间隔件316可以是沿第二(Y)轴408延伸的连续部件或多个部件。可确定间隔件316沿第二(Y)轴408的长度以提供用于悬置电极结构128的足够的结构支撑。还可确定腔318的高度和宽度以实现目标机电耦合系数并避免电极结构128与压电层302之间的物理耦合的负面副作用。

[0078] 作为另一示例,其他具体实施可以不包括帽状件314,或者帽状件314可跨指状物312的一部分设置。考虑帽状件314跨间隔件316设置并且沿第一(X)轴406跨指状物312的宽

度的一部分延伸的情况。以这种方式,与相邻间隔件316相关联的帽状件314被物理地分离。在另一种情况下,帽状件314沿第二(Y)轴408跨指状物312的长度的一部分延伸。此外,帽状件314可包括沿第一(X)轴406和/或第二(Y)轴408延伸的连续部件或多个部件。

[0079] 图7例示了具有悬置电极结构128的电介质130的薄膜表面声波滤波器126的另一示例具体实施。除了图7的指状物312具有三角形形状而不是矩形形状之外,图7的薄膜表面声波滤波器126类似于图5的薄膜表面声波滤波器126。在所描绘的配置中,电极结构128的指状物312被示出为具有三个表面502-1、502-2和502-3。表面502-1面向压电层302并且接近压电层302。表面502-2和502-3至少部分地背离压电层302。

[0080] 如图7所示,电介质130包封或围绕指状物312的表面502-2和502-3。图7中例示了虚线以区分电介质130的帽状件314与间隔件316。在这种情况下,帽状件314表示电介质130的设置在间隔件316上的一部分。间隔件316表示电介质130的设置在相邻指状物312的表面502-2与502-3之间的一部分。

[0081] 图8例示了具有悬置电极结构128的电介质130的薄膜表面声波滤波器126的又一示例具体实施。除了图8的指状物312具有圆形形状而不是矩形或三角形形状之外,图8的薄膜表面声波滤波器126类似于图5和图7的薄膜表面声波滤波器126。在所描绘的配置中,电极结构128的指状物312被示出为具有两个表面502-1和502-2。表面502-1面向压电层302并且接近压电层302。表面502-2至少部分地背离压电层302。

[0082] 如图8所示,电介质130包封或围绕指状物312的表面502-2。图8中例示了虚线以区分电介质130的帽状件314与间隔件316。在这种情况下,帽状件314表示电介质130的设置在指状物312的表面502-2上以及设置在间隔件316上的部分。间隔件316表示电介质130的设置在相邻指状物312的表面502-2之间的一部分。

[0083] 尽管在图5、图7和图8中未明确示出,但薄膜表面声波滤波器126的其他具体实施可具有至少部分地设置在表面502-2至502-4中的一个或多个表面上的电介质130。在一些情况下,电介质130的间隔件316足以悬置电极结构128。因此,电介质130可任选地在没有帽状件314的情况下实现。换句话说,电介质130的一些具体实施可包括间隔件316并且可以不包括帽状件314。

[0084] 尽管在图4至图8中关于薄膜表面声波滤波器126描述了用于使用电介质130悬置电极结构128的技术,但这些技术也可应用于其他类型的表面声波滤波器124。例如,这些技术可应用于包括电极结构128、电介质130和压电层302并且不包括衬底层304的表面声波滤波器124。换句话说,这些技术可应用于具有使用与压电层302相同的压电材料形成的衬底层304的表面声波滤波器124。

[0085] 图9是例示用于制造具有悬置电极结构的电介质的表面声波滤波器124的示例过程900的流程图。过程900以指定可执行的操作的一组框902-906的形式来描述。然而,操作不一定限于图9中所示或本文所述的顺序,因为这些操作可以另选的顺序或者以完全或部分重叠的方式来实现。此外,可实现更多、更少和/或不同的操作来执行过程900或另选过程。可执行由过程900的所例示框表示的操作以制造(例如,图1至图3的)表面声波滤波器124。更具体地,可至少部分地执行过程900的操作以使用(例如,图4至图8的)电介质130来悬置电极结构128的至少一部分。

[0086] 在902处,提供压电层。例如,制造过程提供压电层302,如图4至图8所示。可使用诸

如铌酸锂、钽酸锂、石英、氮化铝、氮化铝铟或它们的某种组合的材料来实现压电层302。在一些方面,压电层302的结构被定制以使得压电层302能够具有或支持剪切模式、瑞利模式或纵向模式。

[0087] 在904处,提供电极结构,该电极结构具有面向压电层并且与该压电层分离一定距离的第一表面。例如,制造过程提供电极结构128,如图4至图8所示。电极结构128包括面向压电层302的第一表面502-1,如图5、图7和图8所示。第一表面502-1与压电层302分离一定距离。示例距离可介于约1纳米与50纳米之间。电极结构128还可具有至少一个其他表面,诸如如图5、图7或图8中所示的表面502-2、502-3和/或502-4中的任一表面。可使用导电材料(诸如金属)来形成电极结构128。

[0088] 在906处,提供电介质,该电介质将电极结构的第一表面的至少一部分悬置成与压电层隔开该距离。例如,制造过程提供电介质130,该电介质将电极结构128的第一表面502-1的至少一部分悬置成与压电层302隔开该距离,如图4至图8所示。电极结构128的该部分可指指状物312。具体地,电介质130朝压电层302延伸经过指状物312的第一表面502-1并且限定腔318。腔318可具有与电极结构128的指状物312相似或更大的宽度。此外,腔318可具有与电极结构128的指状物312相似或更小的长度。在一些情况下,电介质130邻接压电层302。任选地,制造过程还可提供图6的电介质层602-1至602-3中的一个或多个电介质层。

[0089] 蚀刻工艺可用于使用电介质130来悬置电极结构128。在这种情况下,制造过程在压电层302上提供牺牲结构,诸如非晶硅(a-Si)层。例如,可在902处描述的步骤之后并且在904处描述的步骤之前提供牺牲结构。该牺牲结构限定腔318的容积和位置,并且稍后在制造过程中被去除。任选地,制造过程提供电介质层602-2以在去除牺牲层期间为电极结构128提供保护层。在906处提供电介质130之后,制造过程蚀刻穿过帽状件314和/或间隔件316以进入牺牲结构。制造过程使用诸如二氟化氙(XeF_2)之类的化学品去除牺牲结构,以在电极结构128的该部分(例如,指状物312)的表面502-1与压电层302之间形成腔318的容积。

[0090] 晶片键合还可用于使用电介质130来悬置电极结构128。在这种情况下,制造过程在第一晶片上提供压电层302,如在902处所描述的。此外,制造过程在第二晶片上提供电极结构128和电介质130,如在904和906处所描述的。制造过程将第一晶片键合到第二晶片以在电极结构128的部分的表面502-1与压电层302之间形成腔318。

[0091] 下文描述一些方面。

[0092] 方面1:一种装置,所述装置包括:

[0093] 表面声波滤波器,所述表面声波滤波器包括:

[0094] 压电层;

[0095] 电极结构,所述电极结构具有面向所述压电层并且与所述压电层分离一定距离的第一表面;以及

[0096] 电介质,所述电介质设置在所述电极结构的至少一个其他表面上,并且被配置为延伸经过由所述电极结构的所述第一表面限定的平面并朝向所述压电层延伸,以限定所述电极结构的所述第一表面与所述压电层之间的腔。

[0097] 方面2:根据方面1所述的装置,其中所述电介质被配置为使所述电极结构的至少一部分被悬置成与所述压电层隔开所述距离。

[0098] 方面3:根据方面1或2所述的装置,其中所述电介质粘附到所述电极结构的所述至

少一个其他表面。

[0099] 方面4:根据任一前述方面所述的装置,其中所述电介质的部分通过所述电极结构中的不同间隙延伸经过所述平面。

[0100] 方面5:根据任一前述方面所述的装置,其中:

[0101] 所述电极结构包括多个间隙;并且

[0102] 所述电介质的至少一部分存在于所述多个间隙内并且邻接所述压电层。

[0103] 方面6:根据任一前述方面所述的装置,其中所述腔至少部分地填充有气体。

[0104] 方面7:根据方面6所述的装置,其中所述气体包括空气。

[0105] 方面8:根据任一前述方面所述的装置,其中:

[0106] 所述电极结构包括:

[0107] 第一梳状结构,所述第一梳状结构包括第一母线和从所述第一母线延伸的第一组指状物;以及

[0108] 第二梳状结构,所述第二梳状结构包括第二母线和从所述第二母线延伸的第二组指状物;并且

[0109] 所述腔存在于所述压电层与所述第一组指状物和所述第二组指状物中的指状物之间。

[0110] 方面9:根据方面8所述的装置,其中:

[0111] 所述电极结构的所述至少一个其他表面包括至少部分地背离所述压电层的第二表面;并且

[0112] 所述电介质包括:

[0113] 帽状件,所述帽状件跨所述指状物的所述第二表面设置;以及

[0114] 间隔件,所述间隔件通过存在于所述指状物之间的间隙设置在所述压电层与所述帽状件之间。

[0115] 方面10:根据方面9所述的装置,其中所述帽状件和所述间隔件包含相同的电介质材料。

[0116] 方面11:根据方面9或10所述的装置,其中所述帽状件的厚度介于约一百纳米与两千纳米之间。

[0117] 方面12:根据方面8至11中任一项所述的装置,其中所述腔沿着所述指状物的长度延伸。

[0118] 方面13:根据方面8至12中任一项所述的装置,其中所述腔的宽度大于所述指状物的各个宽度。

[0119] 方面14:根据任一前述方面所述的装置,其中所述电介质包括以下中的一者或多者:

[0120] 二氧化硅层;

[0121] 氮化物层;

[0122] 氧化铝层;

[0123] 聚合物层;

[0124] 二氧化钛层;

[0125] 二氧化铅层;

[0126] 氧化钼层;或者

[0127] 二氧化锆层。

[0128] 方面15:根据任一前述方面所述的装置,其中所述腔的高度介于约一纳米与五十纳米之间。

[0129] 方面16:根据任一前述方面所述的装置,其中所述压电层被配置为激发以下中的一者:

[0130] 剪切模式;

[0131] 瑞利模式;或者

[0132] 纵向模式。

[0133] 方面17:根据任一前述方面所述的装置,其中所述表面声波滤波器包括以下中的至少一者:

[0134] 第一电介质层,所述第一电介质层设置在所述电介质与所述电极结构之间,设置在所述电介质与所述压电层之间,以及设置在所述电介质与所述腔之间;

[0135] 第二电介质层,所述第二电介质层设置在所述电极结构的所述第一表面与所述腔之间;或者

[0136] 第三电介质层,所述第三电介质层设置在所述压电层与所述腔之间,以及设置在所述压电层与所述电介质之间。

[0137] 方面18:根据方面17所述的装置,其中:

[0138] 所述表面声波滤波器包括所述第一电介质层;并且

[0139] 所述第一电介质层具有介于约一纳米与一百纳米之间的厚度。

[0140] 方面19:根据方面17或18所述的装置,其中:

[0141] 所述表面声波滤波器包括所述第二电介质层或所述第三电介质层;

[0142] 并且

[0143] 所述第二电介质层或所述第三电介质层具有介于约一纳米与五纳米之间的厚度。

[0144] 方面20:根据任一前述方面所述的装置,其中:

[0145] 所述表面声波滤波器包括多个级联谐振器;并且

[0146] 所述多个级联谐振器中的谐振器包括所述压电层和所述电介质。

[0147] 方面21:根据任一前述方面所述的装置,所述装置还包括:

[0148] 耦合到至少一个天线的无线收发器,所述无线收发器包括所述表面声波滤波器,并且被配置为使用所述表面声波滤波器来对经由所述至少一个天线传达的无线信号进行滤波。

[0149] 方面22:根据任一前述方面所述的装置,其中所述表面声波滤波器包括薄膜表面声波滤波器。

[0150] 方面23:一种装置,所述装置包括:

[0151] 表面声波滤波器,所述表面声波滤波器被配置为从射频信号生成

[0152] 滤波信号,所述表面声波滤波器包括:

[0153] 用于将所述射频信号转换成声波并将传播的声波转换成所述滤波信号的构件;

[0154] 用于跨平坦表面传播所述声波以产生所述传播的声波的构件;

[0155] 以及

- [0156] 用于将用于转换的所述构件的至少一部分悬置成与所述平坦表面隔开的构件。
- [0157] 方面24:根据方面23所述的装置,其中用于悬置的所述构件包括用于反射所述声波的构件。
- [0158] 方面25:一种制造表面声波滤波器的方法,所述方法包括:
- [0159] 提供压电层;
- [0160] 提供电极结构,所述电极结构具有面向所述压电层并且与所述压电层分离一定距离的第一表面;以及
- [0161] 提供电介质,所述电介质将所述电极结构的所述第一表面的至少一部分悬置成与所述压电层隔开所述距离。
- [0162] 方面26:根据方面25所述的方法,所述方法还包括:
- [0163] 在所述压电层的表面上提供牺牲层,所述牺牲层存在于所述压电层与所述电极结构的所述第一表面的所述一部分之间;
- [0164] 蚀刻穿过所述电介质到所述牺牲层;以及
- [0165] 去除所述牺牲层以在所述电极结构的所述第一表面的所述一部分与所述压电层之间形成腔。
- [0166] 方面27:根据方面25所述的方法,其中:
- [0167] 所述提供所述压电层包括在第一晶片上提供所述压电层;
- [0168] 所述提供所述电极结构和所述提供所述电介质包括在第二晶片上提供所述电极结构和所述电介质;并且
- [0169] 所述方法还包括:
- [0170] 将所述第一晶片键合到所述第二晶片以在所述电极结构的所述第一表面的所述一部分与所述压电层之间形成腔。
- [0171] 方面28:一种表面声波滤波器,所述表面声波滤波器包括:
- [0172] 压电层,所述压电层具有平坦表面;
- [0173] 电极结构,所述电极结构包括指状物,所述指状物具有面向所述压电层的所述平坦表面的第一表面和至少部分地背离所述压电层的第二表面;以及
- [0174] 电介质,所述电介质被配置为将所述电极结构的所述指状物与所
- [0175] 述压电层的所述平坦表面分离,所述电介质包括:
- [0176] 帽状件,所述帽状件跨所述指状物的所述第二表面设置;以及
- [0177] 间隔件,所述间隔件通过存在于所述指状物之间的间隙设置在所述压电层与所述帽状件之间。
- [0178] 方面29:根据方面28所述的表面声波滤波器,其中所述电介质的所述间隔件被配置为朝向所述压电层的所述平坦表面延伸经过由所述指状物的所述第一表面限定的平面,以在所述指状物的所述第一表面与所述压电层的所述平坦表面之间限定腔。
- [0179] 方面30:根据方面29所述的表面声波滤波器,其中所述腔沿着所述指状物的长度延伸并且延伸超过所述指状物的宽度。
- [0180] 方面31:根据方面29或30所述的表面声波滤波器,其中所述表面声波滤波器包括电介质层,所述电介质层设置在所述电介质与所述指状物之间,设置在所述电介质与所述压电层之间,以及设置在所述电介质与所述腔之间。

[0181] 方面32:根据方面29至31中任一项所述的表面声波滤波器,其中所述表面声波滤波器包括设置在所述指状物与所述腔之间的电介质层。

[0182] 方面33:根据方面29至32中任一项所述的表面声波滤波器,其中所述表面声波滤波器包括设置在所述压电层与所述腔之间,以及设置在所述压电层与所述电介质之间的电介质层。

[0183] 方面34:根据方面28至33中任一项所述的表面声波滤波器,其中所述帽状件和所述间隔件包含不同的电介质材料。

[0184] 方面35:根据方面28至34中任一项所述的表面声波滤波器,其中:

[0185] 所述表面声波滤波器被配置为跨所述压电层的所述平坦表面生成驻表面声波;并且

[0186] 所述间隔件定位在所述驻表面声波的节点处。

[0187] 除非上下文另有规定,否则本文中词语“或”的使用可被视为是“包容性或”或允许包含或应用由词语“或”链接的一个或多个项的术语的使用(例如,短语“A或B”可被解释为仅允许“A”、仅允许“B”或同时允许“A”和“B”)。如本文所用,提到条目列表“中的至少一项”的短语,指代这些条目的任意组合(其包括单一成员)。作为示例,“a、b或c中的至少一者”旨在涵盖:a、b、c、a-b、a-c、b-c、和a-b-c,以及具有多重相同元素的任何组合(例如,a-a、a-a-a、a-a-b、a-a-c、a-b-b、a-c-c、b-b、b-b-b、b-b-c、c-c、和c-c-c,或者a、b和c的任何其他排序)。另外,附图中表示的项和本文所讨论的术语可指示一个或多个项或术语,并且因此在该书面描述中可以可互换地参考这些项和术语的单数或复数形式。最后,尽管已经以特定于结构特征或方法操作的语言描述了主题,但要理解,在所附权利要求中限定的主题不必限于上述特定特征或操作,包括不必限于特征被布置的组织或操作被执行的顺序。

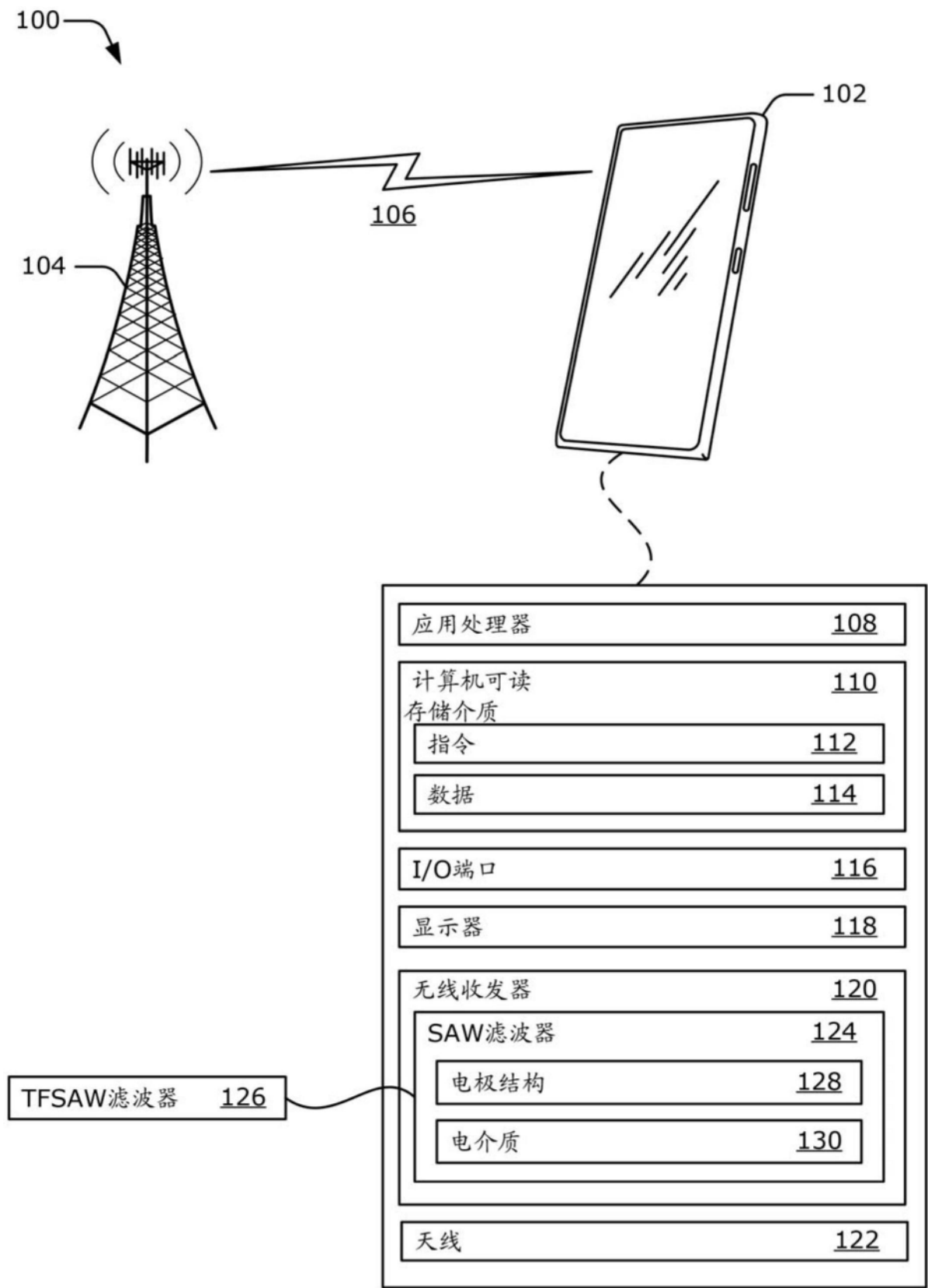


图1

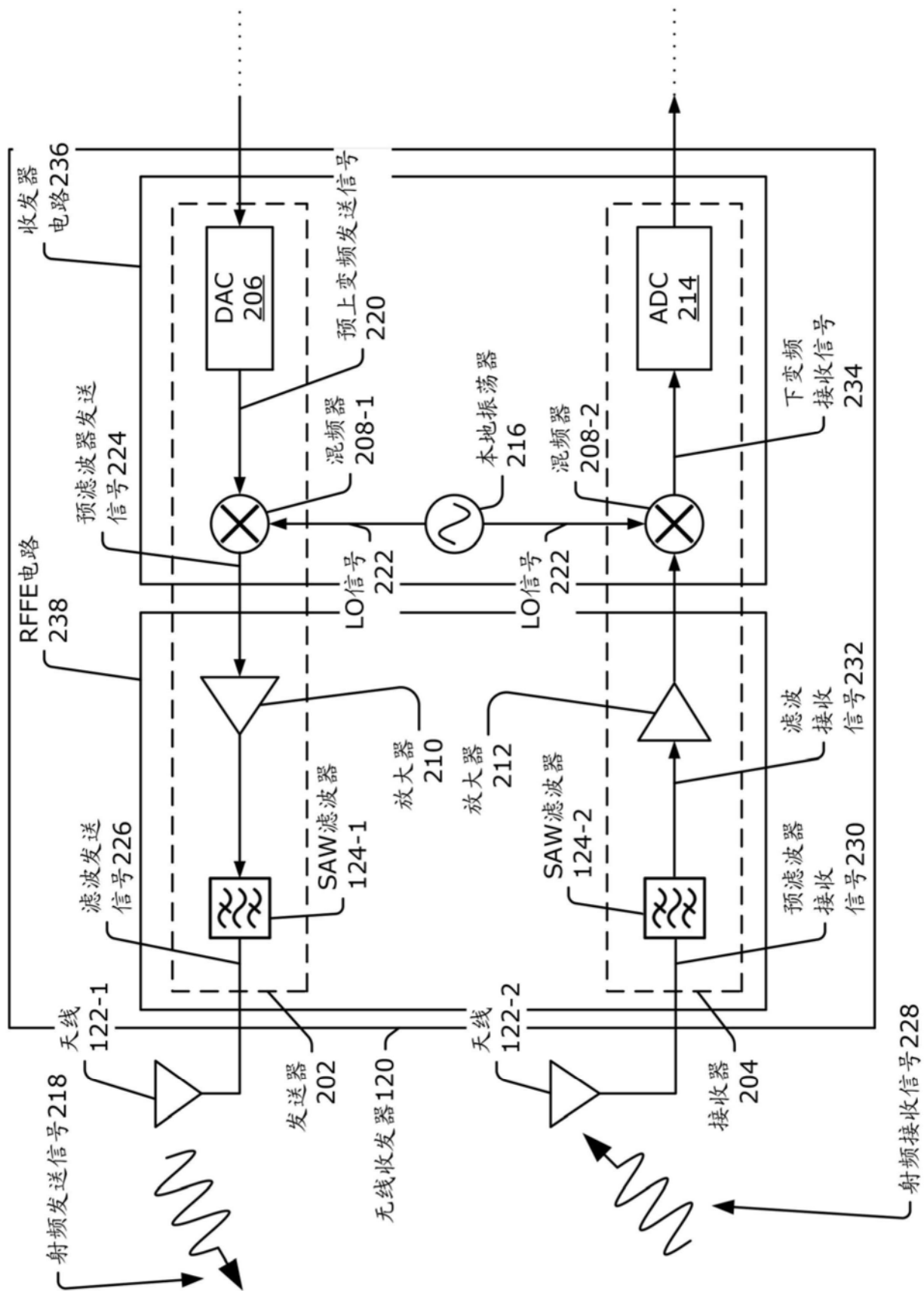


图2

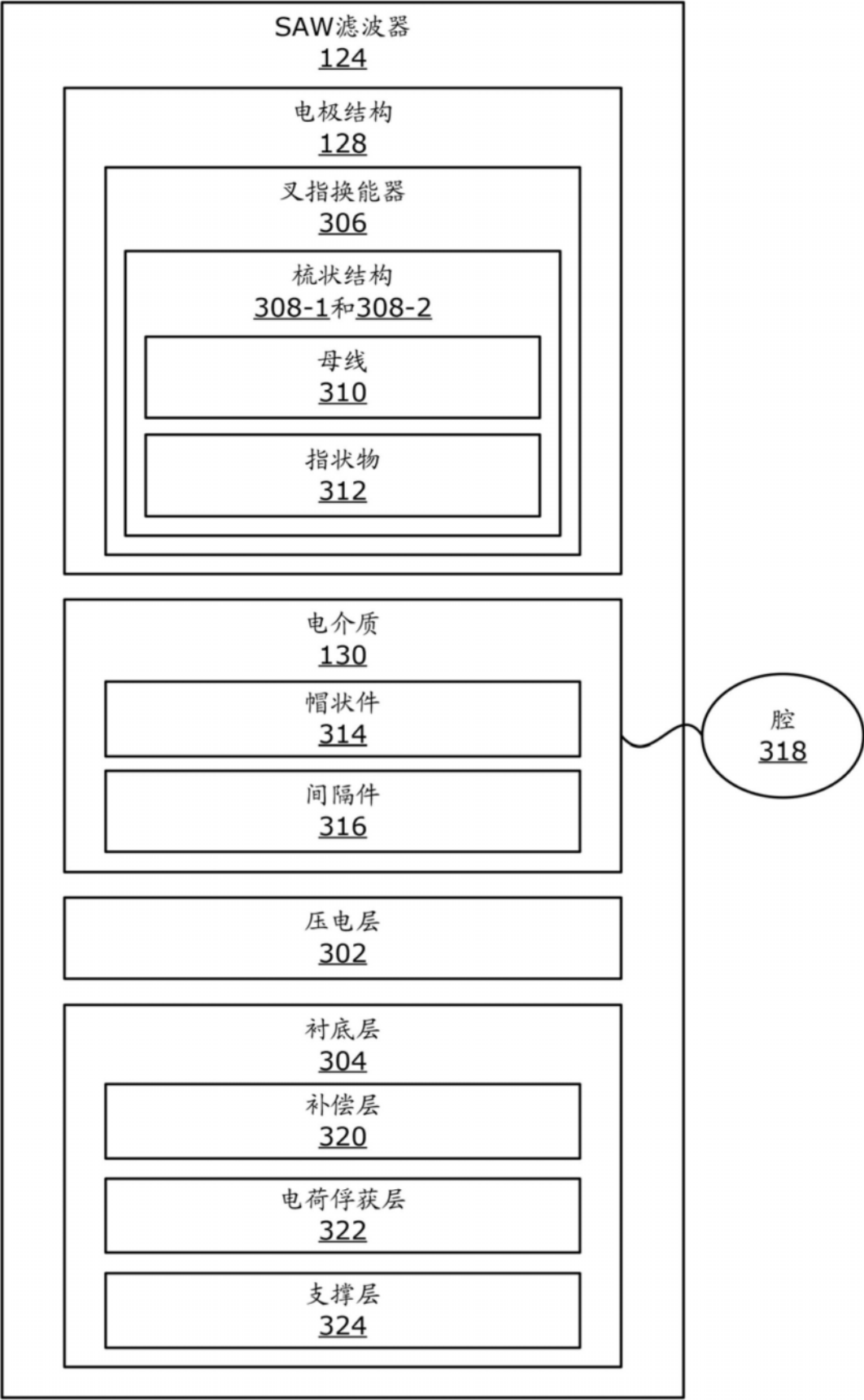


图3

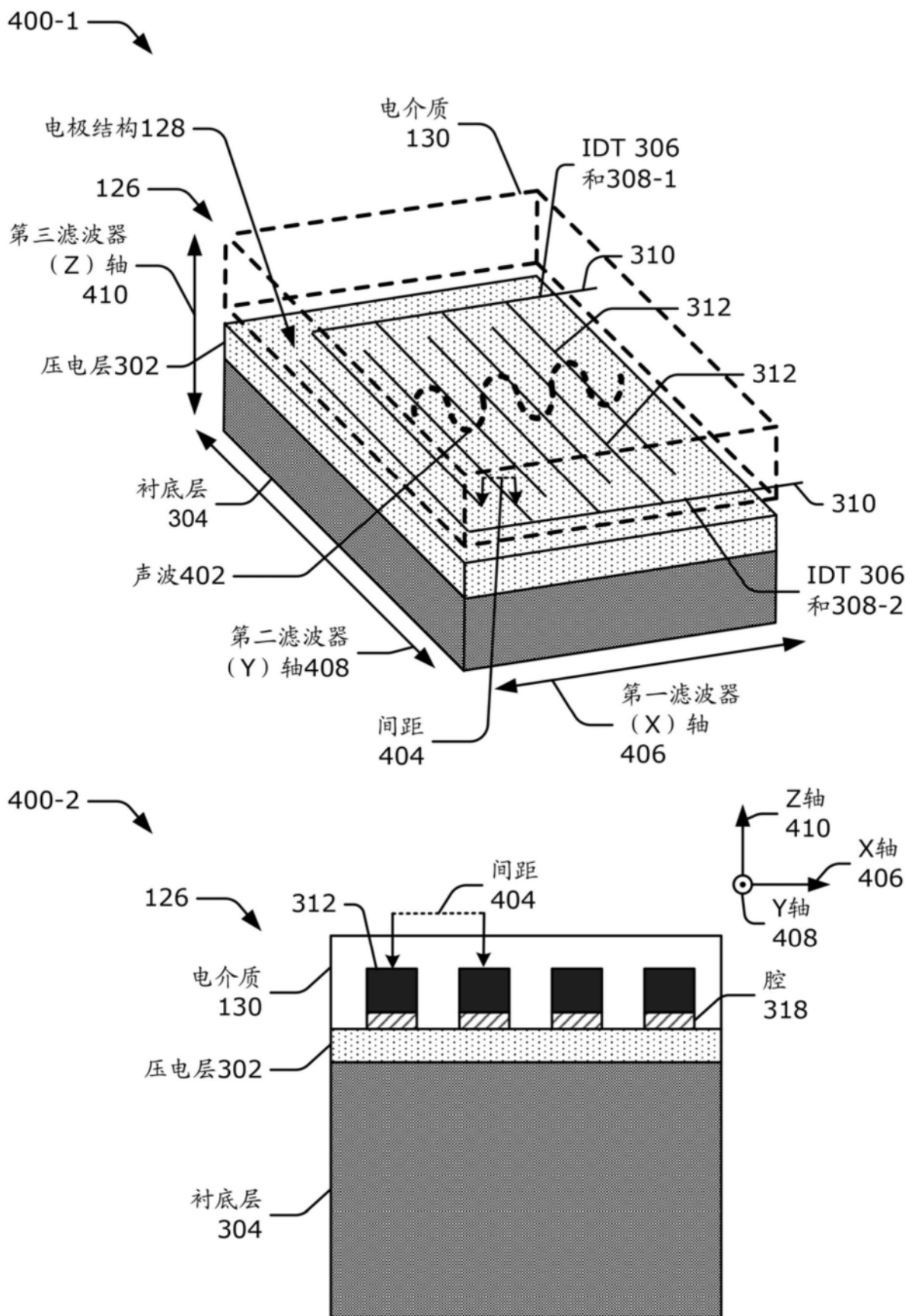


图4

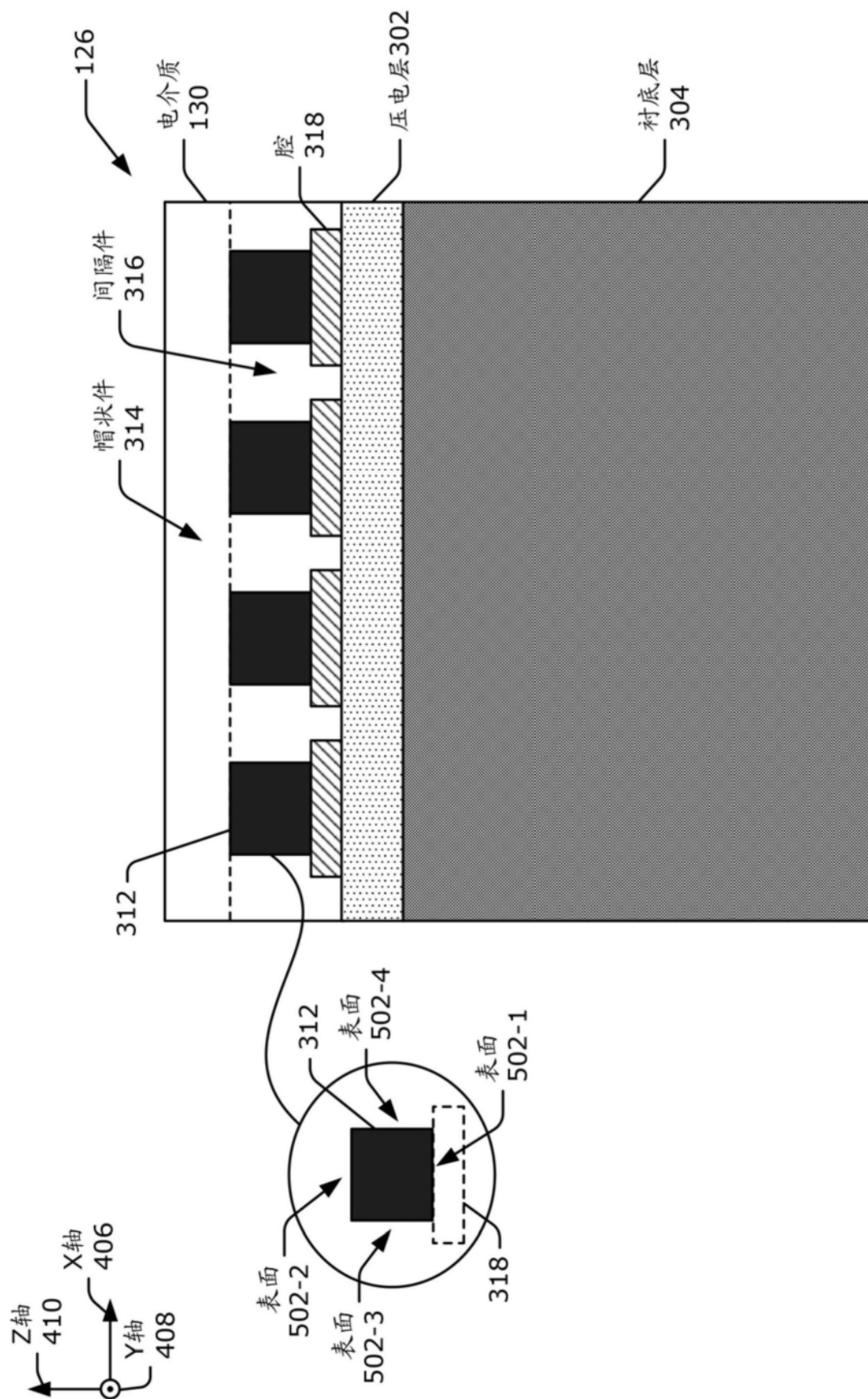


图5

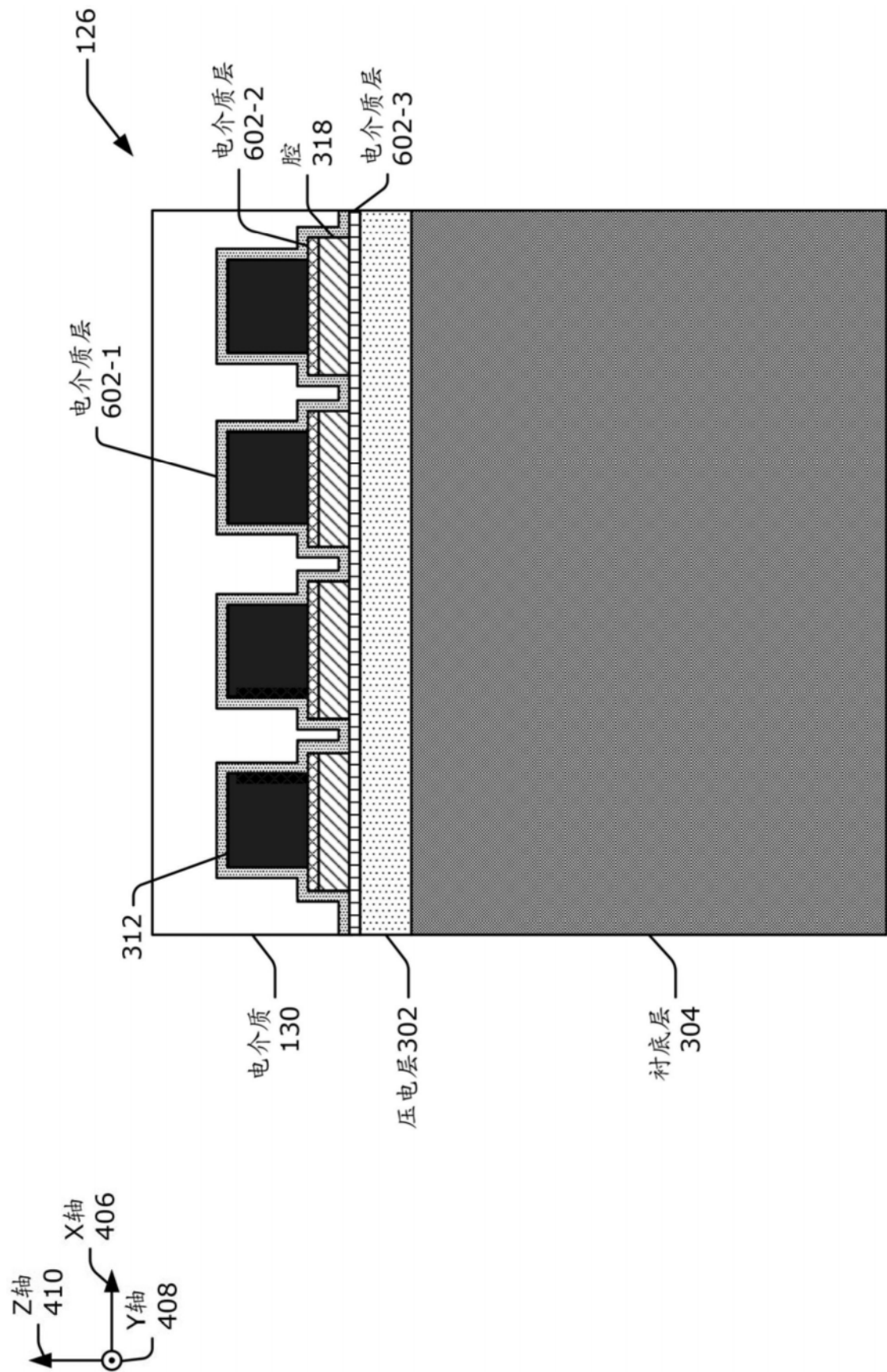


图6

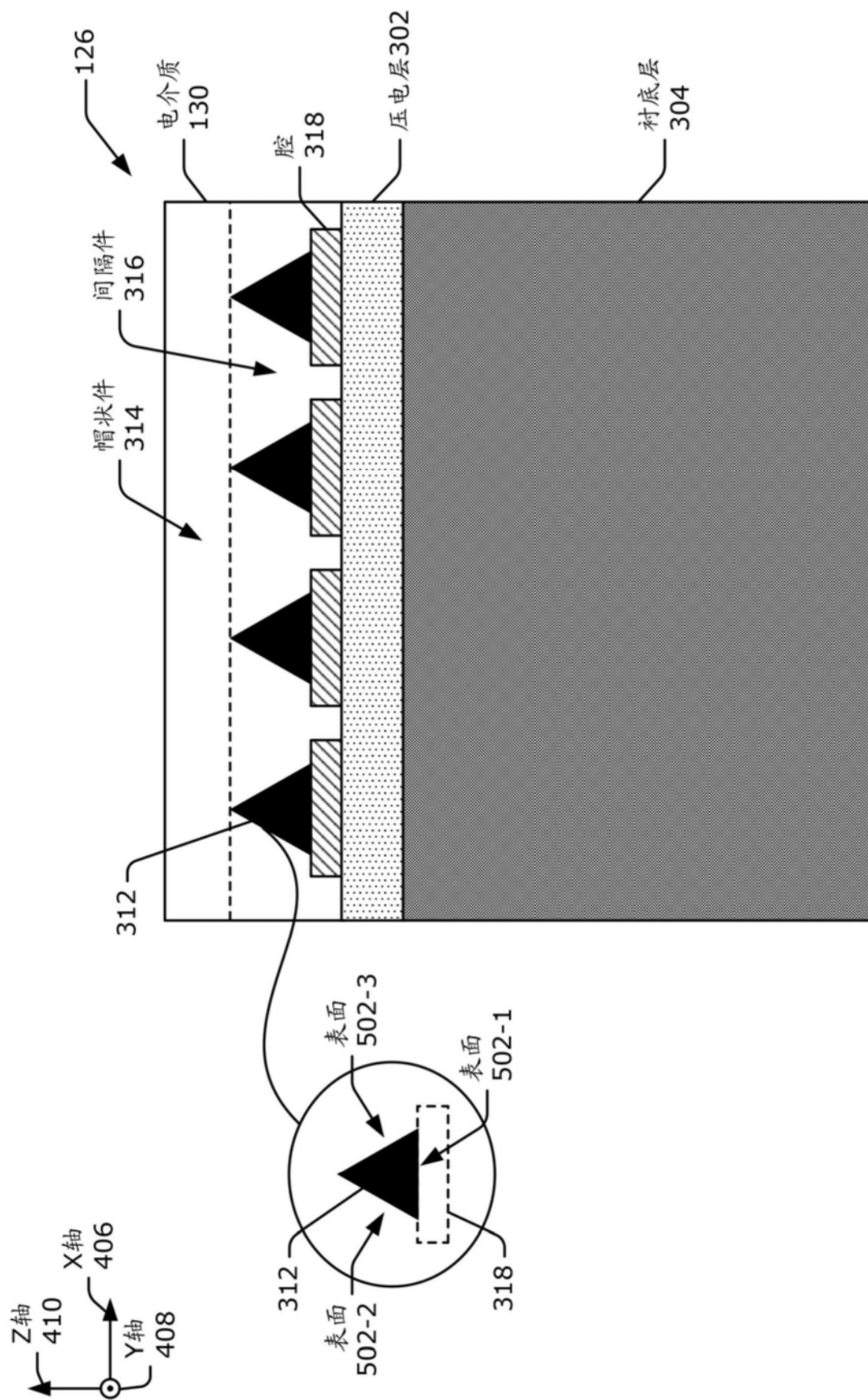


图7

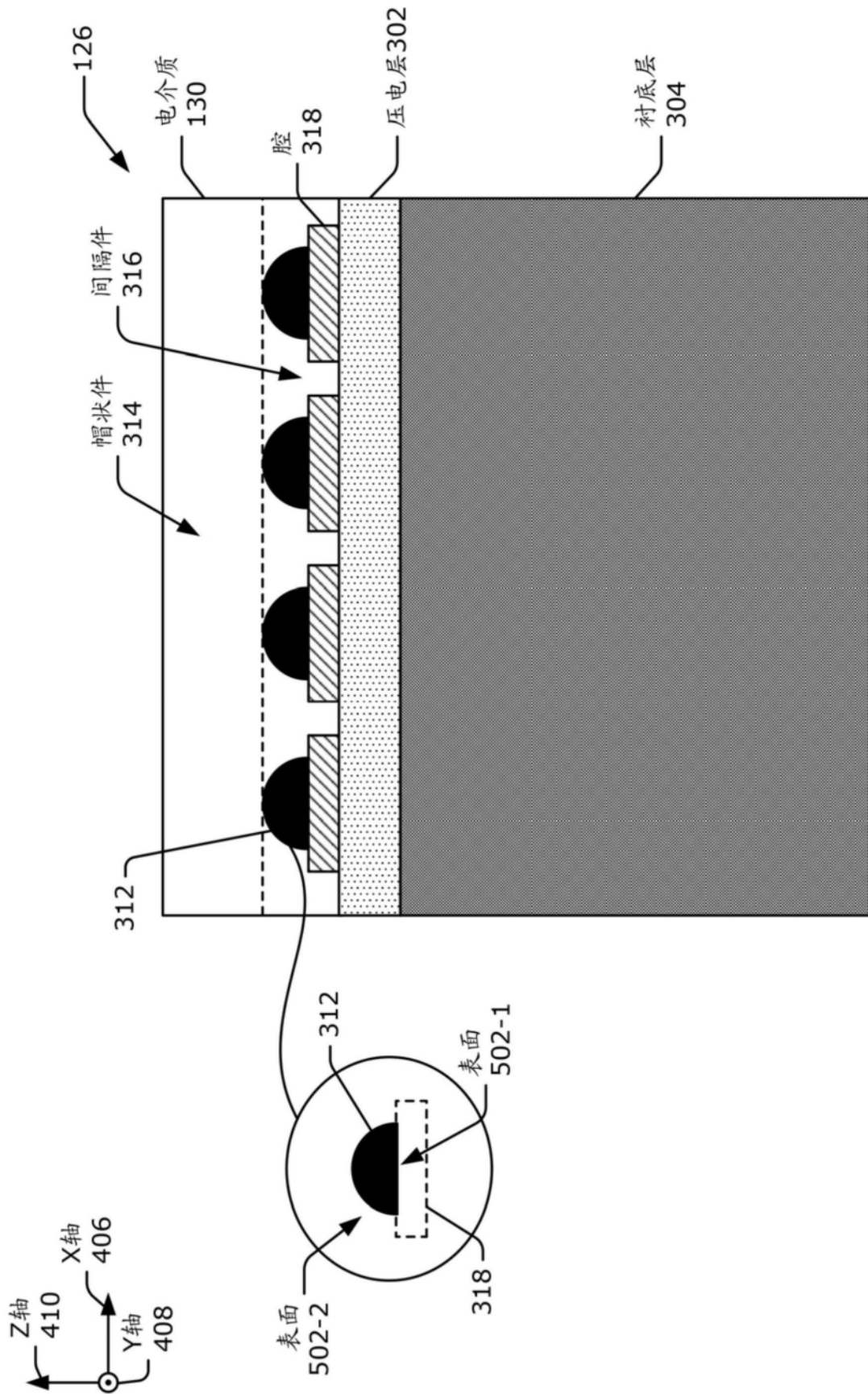


图8

900

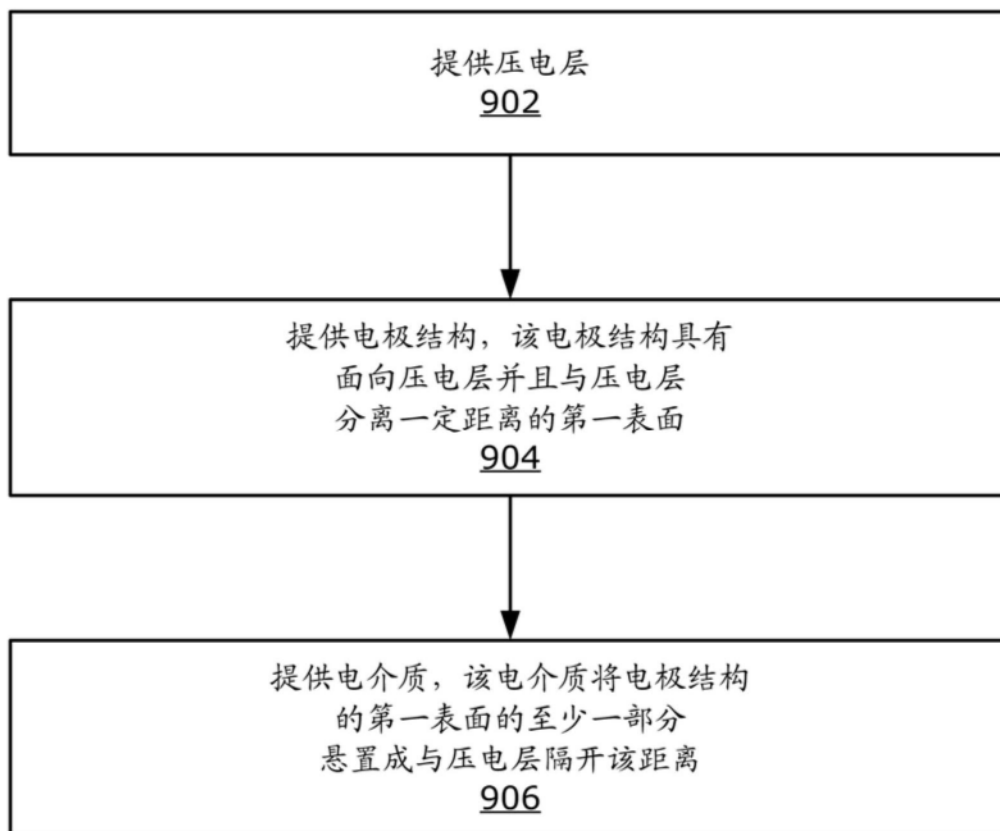


图9