



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114204912 A

(43) 申请公布日 2022.03.18

(21) 申请号 202111091241.8

H03H 9/54 (2006.01)

(22) 申请日 2021.09.17

(30) 优先权数据

63/080,530 2020.09.18 US

(71) 申请人 天工全球私人有限公司

地址 新加坡新加坡

(72) 发明人 张本锋 柳建松 B·P·阿博特

黄宰申 A·A·希拉卡瓦

(74) 专利代理机构 北京市正见永申律师事务所

11497

代理人 黄小临

(51) Int. Cl.

H03H 9/02 (2006.01)

H03H 9/05 (2006.01)

H03H 9/10 (2006.01)

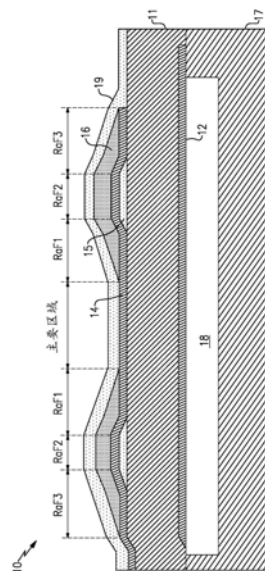
权利要求书3页 说明书20页 附图30页

(54) 发明名称

具有凸起框架结构的体声波器件

(57) 摘要

本申请内容的各方面涉及一种具有多梯度凸起框架的体声波器件。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多梯度凸起框架结构,所述多梯度凸起框架结构配置为使所述体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏减少。所述多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的。



1. 一种具有多梯度凸起框架的体声波器件,所述体声波器件包括:
第一电极;
第二电极;
定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层;以及
多梯度凸起框架结构,配置为使来自所述体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏减少,所述多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的,并且所述体声波器件配置为产生体声波。
2. 根据权利要求1所述的体声波器件,其中,在平面视图中,所述多梯度凸起框架结构围绕所述体声波器件的主要声学活动区。
3. 根据权利要求1所述的体声波器件,其中,所述多梯度凸起框架结构在两个梯度部分之间有一个非梯度部分。
4. 根据权利要求1所述的体声波器件,其中,所述多梯度凸起框架结构基本上由梯度部分组成。
5. 根据权利要求1所述的体声波器件,其中,所述体声波器件是薄膜体声波谐振器。
6. 根据权利要求1所述的体声波器件,其中,所述多梯度凸起框架结构包括多个凸起框架层。
7. 根据权利要求6所述的体声波器件,其中,所述多个凸起框架层包括第一凸起框架层和第二凸起框架层,所述第二凸起框架层在相对侧上延伸超过所述第一凸起框架层。
8. 根据权利要求7所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层比所述压电层或所述第二凸起框架层中的至少一个具有更低的声学阻抗。
9. 根据权利要求7所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层是氧化物层,所述第二凸起框架层是含金属的。
10. 根据权利要求7所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层是二氧化硅层,所述第二凸起框架层是含金属的。
11. 根据权利要求7所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层定位在所述第一和所述第二电极之间。
12. 根据权利要求11所述的体声波器件,其中,所述第二电极定位在所述第一和所述第二凸起框架层之间。
13. 根据权利要求7所述的体声波器件,其中,所述第二凸起框架层在第一侧具有第一锥角,在第二侧具有第二锥角,并且所述第一和所述第二锥角在5度至45度的范围内。
14. 根据权利要求1所述的体声波器件,其中,所述多梯度凸起框架结构相对于压电层是凸出结构。
15. 一种具有多梯度凸起框体声波器件的声波滤波器,所述声波滤波器包括:
体声波器件,其包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多梯度凸起框架结构,所述多梯度凸起框架结构配置为使所述来自体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏减少,所述多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的;以及
至少一个额外的声波器件,所述体声波器件和所述至少一个额外的声波器件一起布置为滤波射频信号。

16. 根据权利要求15所述的声波滤波器,其中,所述至少一个额外的声波器件包括第二体声波器件,所述第二体声波器件包括第二多梯度凸起框架结构,所述第二多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的。

17. 根据权利要求15所述的声波滤波器,其中,所述多梯度凸起框架结构包括第一凸起框架层和第二凸起框架层,所述第一凸起框架层包括氧化物,所述第二凸起框架层是含金属的,所述第二凸起框架层在相对侧上延伸超过所述第一凸起框架层。

18. 一种无线通信设备,包括:

声波滤波器,包括体声波器件,所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多梯度凸起框架结构,所述多梯度凸起框架结构配置为使来自所述体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏减少,所述多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的;以及

可操作地耦接到所述声波滤波器的天线。

19. 根据权利要求18所述的无线通信设备,其中,所述无线通信设备是移动电话。

20. 根据权利要求18所述的无线通信设备,其中,所述声波滤波器包括在多路复用器中。

21. 一种具有多梯度凸起框架的体声波器件,所述体声波器件包括:

第一电极;

第二电极;

定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层;以及

多梯度凸起框架结构,其包括第一凸起框架层和第二凸起框架层,所述第二凸起框架层延伸超过所述第一凸起框架层,所述第二凸起框架层在相对侧上是锥形的,所述体声波器件配置为产生体声波。

22. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第二凸起框架层在相对侧上延伸超过所述第一凸起框架层,所述相对侧包括朝向所述体声波器件的主要声学活动区的第一侧和远离所述主要声学活动区的第二侧。

23. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层比所述压电层具有更低的声学阻抗。

24. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层包括氧化物,所述第二凸起框架层包括金属。

25. 根据权利要求24所述的体声波器件,其中,所述第二凸起框架层包括钨、钼、钨、铂或铱中的一种或多种。

26. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层包括金属。

27. 根据权利要求21的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层包括聚合物。

28. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述多梯度凸起框架结构在两个梯度部分之间有一个非梯度部分。

29. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层定位在所述第一电极和所述第二电极之间。

30. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第二电极定位在所述第二凸起框架层和所述第一凸起框架层之间。

31. 根据权利要求30所述的体声波器件,其中,所述第一凸起框架层定位在所述压电层和所述第二电极之间。

32. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第二凸起框架层在第一侧具有第一锥角,在第二侧具有第二锥角,并且所述第一和所述第二锥角均大于5度并小于45度。

33. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述第二凸起框架层相对于所述压电层的表面是凸出结构。

34. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,在平面视图中,所述多梯度凸起框架结构围绕所述体声波器件的主要声学活动区。

35. 根据权利要求21所述的体声波器件,其中,所述体声波器件是薄膜体声波谐振器。

36. 一种声波滤波器,包括:

体声波器件,其包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及包括第一凸起框架层和第二凸起框架层的多梯度凸起框架结构,所述第二凸起框架层延伸超过所述第一凸起框架层,所述第二凸起框架层在相对侧上是锥形的;以及

至少一个额外的声波器件,所述体声波器件和所述至少一个额外的声波器件一起布置为滤波射频信号。

37. 根据权利要求36所述的声波滤波器,其中,所述至少一个额外的声波器件包括第二体声波器件,所述第二体声波器件包括第二多梯度凸起框架结构,所述第二多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的。

38. 一种封装的射频模块,包括:

声波滤波器,包括体声波器件,所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及包括第一凸起框架层和第二凸起框架层的多梯度凸起框架结构,所述第二凸起框架层延伸超过所述第一凸起框架层,所述第二凸起框架层在相对侧上是锥形的,所述声波滤波器配置为滤波射频信号;

射频电路元件;以及

封装所述声波滤波器和所述射频电路元件的封装结构。

39. 根据权利要求38所述的封装的射频模块,其中,所述射频电路元件是射频开关。

40. 根据权利要求38所述的封装的射频模块,其中,所述射频电路元件是射频放大器。

具有凸起框架结构的体声波器件

[0001] 优先权申请的交叉引用

[0002] 在本申请提交的申请数据表中确定了外国或国内优先权要求的任何和所有申请根据37 C.F.R. §1.57在此通过引用并入。本申请要求2020年9月18日提交的题为“BULK ACOUSTIC WAVE DEVICE WITH RAISED FRAME STRUCTURE”的美国临时申请No.63/080,530的优先权,其公开内容在此通过引用整体并入。

技术领域

[0003] 本申请的实施例涉及声波器件,更具体地说,涉及体声波器件。

背景技术

[0004] 声波滤波器可以实现在射频电子系统中。例如,移动电话的射频前端中的滤波器可以包括一个或多个声波滤波器。多个声波滤波器可以布置为多路复用器。例如,两个声波滤波器可以布置为一个双工器。

[0005] 声波滤波器可以包括多个声学谐振器,它们被布置为滤波射频信号。示例声波滤波器包括表面声波(surface acoustic wave,SAW)滤波器和体声波(bulk acoustic wave,BAW)滤波器。BAW滤波器包括BAW谐振器。示例BAW谐振器包括薄膜体声波谐振器(film bulk acoustic wave resonators,FBAR)和固态装配谐振器(solidly mounted resonators,SMR)。在BAW谐振器中,声波在压电层的主体(bulk)中传播。

[0006] 对于BAW器件来说,实现高质量因数(Q)通常是可取的。然而,由于制造过程中的差异和/或其他原因,BAW器件的Q值可能会变化。

发明内容

[0007] 权利要求中描述的创新每一项都具有几个方面,其中没有一项单独对其期望的属性负责。在不限制权利要求范围的情况下,现在将简要地描述本申请的一些突出特征。

[0008] 本申请的一个方面是一种具有多梯度凸起框架的体声波器件。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多梯度凸起框架结构,所述多梯度凸起框架结构配置为使来自所述体声波器件的主要声学活动(active)区的横向能量泄漏减少。所述多梯度凸起框架结构在相对侧是锥形的(tapered)。所述体声波器件配置为产生体声波。

[0009] 在平面视图中,所述多梯度凸起框架结构可以围绕所述体声波器件的主要声学活动区。所述多梯度凸起框架结构可以在两个梯度部分之间有一个非梯度部分。所述多梯度凸起框架结构可以基本上由梯度部分组成。

[0010] 所述多梯度凸起框架结构可以包括多个凸起框架层。所述多个凸起框架层可以包括第一凸起框架层和第二凸起框架层。所述第二凸起框架层可以在相对侧上延伸超过所述第一凸起框架层。所述第一凸起框架层可以比所述压电层和/或所述第二凸起框架层具有更低的声学阻抗。所述第一凸起框架层可以是氧化层,所述第二凸起框架层可以是含金属

的。所述第一凸起框架层可以是二氧化硅层,而所述第二凸起框架层可以是含金属的。所述第一凸起框架层可以定位在所述第一和所述第二电极之间。在某些情况下,所述第二电极可以定位在所述第一和所述第二凸起框架层之间。所述第二凸起框架层可以在第一侧具有第一锥角(taper angle),在第二侧具有第二锥角,其中所述第一和所述第二锥角在5度至45度的范围内。

[0011] 所述多梯度凸起框架结构相对于所述压电层可以是凸出(convex)结构。

[0012] 所述体声波器件可以是薄膜体声波谐振器。

[0013] 本申请的另一个方面是一种具有多梯度凸起框架体声波器件的声波滤波器。所述声波滤波器包括体声波器件和至少一个额外的声波器件,它们一起布置为滤波射频信号。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多梯度凸起框架结构,所述多梯度凸起框架结构配置为使来自所述体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏减少。所述多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的。

[0014] 所述至少一个额外的声波器件可以包括第二体声波器件,所述体声波器件包括第二多梯度凸起框架结构,所述第二多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的。

[0015] 所述多梯度凸起框架结构可以包括第一凸起框架层和第二凸起框架层。所述第一凸起框架层可以包括氧化物,并且所述第二凸起框架层可以是含金属的。所述第二凸起框架层可以在相对侧上延伸超过所述第一凸起框架层。

[0016] 本申请的另一个方面是一种无线通信设备,包括:声波滤波器和可操作地耦接到所述声波滤波器的天线。所述声波滤波器包括体声波器件。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多梯度凸起框架结构,所述多梯度凸起框架结构配置为使来自所述体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏减少。所述多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的。

[0017] 所述无线通信设备可以是移动电话。所述声波滤波器可以包括在多路复用器中。

[0018] 本申请的另一个方面是一种具有多梯度凸起框架的体声波器件。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多梯度凸起框架结构。所述多梯度凸起框架结构包括第一凸起框架层和第二凸起框架层。所述第二凸起框架层延伸超过所述第一凸起框架层。所述第二凸起框架层在相对侧是锥形的。所述体声波器件配置为产生体声波。

[0019] 所述第二凸起框架层可以在相对侧上延伸超过所述第一凸起框架层,其中所述相对侧包括朝向所述体声波器件的主要声学活动区的第一侧和远离所述主要声学活动区的第二侧。

[0020] 所述第一凸起框架层可以比所述压电层具有更低的声学阻抗。所述第一凸起框架层可以包括氧化物,而所述第二凸起框架层可以包括金属。所述第二凸起框架层可以包括钎、钼、钨、铂或铱中的一种或多种。

[0021] 所述第一凸起框架层可以包括金属。所述第一凸起框架层可以包括聚合物。

[0022] 所述多梯度凸起框架结构可以在两个梯度部分之间有一个非梯度部分。所述多梯度凸起框架结构可以基本上由梯度部分组成。

[0023] 所述第一凸起框架层可以定位在所述第一电极和所述第二电极之间。

[0024] 所述第二电极可以定位在所述第二凸起框架层和所述第一凸起框架层之间。所述

第一凸起框架层也可以定位在所述压电层所述和第二电极之间。

[0025] 所述第二凸起框架层可以在第一侧具有第一锥角,在第二侧具有第二锥角,并且所述第一和第二锥角均可以大于5度并小于45度。

[0026] 所述第二凸起框架层相对于所述压电层的表面可以是凸出结构。

[0027] 在平面视图中,所述多梯度凸起框架结构可以围绕所述体声波器件的主要声学活动区。

[0028] 所述体声波器件可以是薄膜体声波谐振器。

[0029] 本申请的另一个方面是一种声波滤波器,其包括体声波器件和至少一个额外的声波器件,它们一起布置为滤波射频信号。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及包括第一凸起框架层和第二凸起框架层的多梯度凸起框架结构。所述第二凸起框架层延伸超过所述第一凸起框架层。所述第二凸起框架层在相对侧上是锥形的。

[0030] 所述至少一个额外的声波器件可以包括第二体声波器件,所述第二体声波器件包括第二多梯度凸起框架结构,所述第二多梯度凸起框架结构在相对侧上是锥形的。

[0031] 本申请的另一个方面是一种封装的射频模块,其包括配置为滤波射频信号的声波滤波器、射频电路元件、以及封装所述声波滤波器和所述射频电路元件的封装结构。所述声波滤波器包括体声波器件。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及包括第一凸起框架层和第二凸起框架层的多梯度凸起框架结构。所述第二凸起框架层延伸超过所述第一凸起框架层。所述第二凸起框架层在相对侧上是锥形的。

[0032] 所述射频电路元件可以是射频开关。所述射频电路元件可以是射频放大器。

[0033] 本申请的另一个方面是一种体声波器件,其包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及多层凸起框架结构,所述多层凸起框架结构配置为使来自所述体声波器件的主要声学活动区的侧向能量泄漏减少。所述多层凸起框架结构包括嵌入所述压电层中的第一凸起框架层、和第二凸起框架层。所述第一凸起框架层比所述压电层具有更低的声学阻抗。所述第二凸起框架层至少部分地与所述第一凸起框架层在所述体声波器件的凸起框架区域重叠。所述体声波器件配置为产生体声波。

[0034] 所述第二凸起框架层可以嵌入所述压电层中。

[0035] 所述第一凸起框架层可以包括氧化物,并且所述第二凸起框架层可以包括金属。所述第一凸起框架层可以是二氧化硅层,并且所述第二凸起框架层可以是含金属的。所述第二凸起框架层可以嵌入所述压电层中。

[0036] 所述多层凸起框架结构可以是多梯度凸起框架结构。所述第二凸起框架层可以在所述多层凸起框架结构的相对侧上延伸超过所述第一凸起框架层。所述多梯度凸起框架结构可以在两个梯度部分之间有一个非梯度部分。所述第二凸起框架层可以在第一侧具有第一锥角,在第二侧具有第二锥角,所述第一和第二锥角均可大于5度且小于45度。

[0037] 在平面视图中,所述多层凸起框架结构可以围绕所述体声波器件的主要声学活动区。

[0038] 所述体声波器件可以是薄膜体声波谐振器。

[0039] 本申请的另一个方面是一种声波滤波器,其包括体声波器件和至少一个额外的声

波器件,它们一起布置为滤波射频信号。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及包括第一凸起框架层和第二凸起框架层的多层凸起框架结构。所述第一凸起框架层嵌入所述压电层中,其比所述压电层具有更低的声学阻抗。所述第二凸起框架层至少部分地与所述第一凸起框架层重叠。

[0040] 所述至少一个额外的声波器件可以包括第二体声波器件,所述第二体声波器件包括嵌入所述第二体声波器件的压电层中的凸起框架层。

[0041] 所述多层凸起框架结构可以是多梯度凸起框架结构。所述第二凸起框架层可以在第一侧具有第一锥角,在第二侧具有第二锥角,并且所述第一和所述第二锥角均可大于5度和且小于45度。所述第一凸起框架层可以是氧化物,而所述第二凸起框架层可以是含金属的。所述第一凸起框架层可以是二氧化硅层。

[0042] 本申请的另一个方面是一种封装的射频模块,其包括声波滤波器、射频电路元件、以及包封所述声波滤波器和所述射频电路元件的封装结构。所述声波滤波器包括体声波器件。所述体声波器件包括第一电极、第二电极、定位在所述第一电极和所述第二电极之间的压电层、以及包括第一凸起框架层和第二凸起框架层的多层凸起框架结构。所述第一凸起框架层嵌入所述压电层中,其比所述压电层具有更低的声学阻抗。所述第二凸起框架层至少部分地与所述第一凸起框架层重叠。

[0043] 所述射频电路元件可以是射频开关。所述射频电路元件可以是射频放大器。

[0044] 出于总结本申请的目的,本文描述了本发明的某些方面、优点和新颖特征。应理解的是,根据任何特定的实施例,不一定可以实现所有这些优点。因此,可以实现或优化如本文所教导的一个优点或一组优点,而不一定实现如本文所教导或建议的其他优点的方式来体现或实施创新。

附图说明

[0045] 现在将参考附图通过非限制性示例来描述本申请的实施例。

[0046] 图1是根据一实施例,具有双梯度凸起框架结构的体声波 (bulk acoustic wave, BAW) 器件的示意性横截面视图。

[0047] 图2A是具有围绕主要声学活动区的框架区域的一个示例BAW器件的平面视图。

[0048] 图2B是具有围绕主要声学活动区的框架区域的另一个BAW器件的平面视图。

[0049] 图3A是具有双梯度凸起框架结构的BAW器件的横截面视图。

[0050] 图3B是图3A的BAW器件的仿真结果。

[0051] 图4A是具有单梯度凸起框架结构的BAW器件的一部分的横截面视图。

[0052] 图4B示出了图4A的BAW器件的仿真结果。

[0053] 图5A是具有双梯度凸起框架结构的BAW器件的横截面视图。

[0054] 图5B示出了图5A的BAW器件的仿真结果。

[0055] 图6是根据一实施例,具有双梯度凸起框架结构的固态装配谐振器 (solidly mounted resonator, SMR) BAW器件的横截面视图。

[0056] 图7是根据一实施例,具有多梯度凸起框架结构的BAW器件的横截面视图。

[0057] 图8是根据另一实施例的BAW器件的横截面视图。

[0058] 图9是根据另一实施例的BAW器件的横截面视图。

- [0059] 图10是根据一实施例,具有单凸起框架层的BAW器件的横截面视图。
- [0060] 图11是根据另一实施例的具有单凸起框架层的BAW器件的横截面视图。
- [0061] 图12是根据另一实施例的BAW器件的横截面视图。
- [0062] 图13是根据一实施例,在压电层和下电极之间具有多梯度凸起框架结构的BAW器件的横截面视图。
- [0063] 图14是根据一实施例,具有多梯度凸起框架结构的BAW器件的横截面视图,该多梯度凸起框架结构在压电层的相对侧具有凸起框架层。
- [0064] 图15是根据一实施例,具有多层凸起框架结构的BAW器件的横截面视图,该多层凸起框架结构在压电层的相对侧具有凸起框架层。
- [0065] 图16是根据一实施例,具有多层凸起框架结构的BAW器件的横截面视图,该多层凸起框架结构具有嵌入压电层中的凸起框架层。
- [0066] 图17是根据一实施例,具有多层凸起框架结构的BAW器件的示意性横截面视图,该多层凸起框架结构具有多个梯度。
- [0067] 图18是根据一实施例,具有双梯度凸起框架结构的BAW器件的示意性横截面视图,该双梯度凸起框架结构具有嵌入压电层中的凸起框架层。
- [0068] 图19是根据一实施例,具有双梯度凸起框架结构的BAW器件的示意性横截面视图。
- [0069] 图20图示了根据一实施例,BAW器件的示意性横截面视图。
- [0070] 图21图示了根据另一实施例的BAW器件的示意性横截面视图。
- [0071] 图22图示了凸起框架层的梯度部分的锥角。
- [0072] 图23图示了凸起框架层的示例梯度部分,其中梯度部分是非线性的。
- [0073] 图24是根据一实施例,包括体声波谐振器的梯形滤波器的示意图。
- [0074] 图25是根据一实施例,包括体声波谐振器的格型(lattice)滤波器的示意图。
- [0075] 图26是根据一实施例,包括体声波谐振器的混合梯形格型滤波器的示意图。
- [0076] 图27A是声波滤波器的示意图。
- [0077] 图27B是根据一实施例,包括声波滤波器的双工器的示意图。
- [0078] 图27C是根据一实施例,包括声波滤波器的多路复用器的示意图。
- [0079] 图27D是根据一实施例,包括声波滤波器的多路复用器的示意图。
- [0080] 图27E是根据一实施例,包括声波滤波器的多路复用器的示意图。
- [0081] 图28、29、30、31和32是根据某些实施例的说明性封装模块的示意性框图。
- [0082] 图33是移动设备的一实施例的示意图。
- [0083] 图34是通信网络的一示例的示意图。

具体实施方式

[0084] 某些实施例的下述说明呈现了具体实施例的各种说明。然而,本文中描述的创新可以以大量不同的方式,例如由权利要求限定和覆盖的那些方式,来实现。在本说明书中,参照附图,其中相同附图标记可指示相同或功能上相似的元件。将理解,在附图中图示的元件并不一定是按比例绘制。而且,将理解某些实施例可包括比在附图中图示和/或附图中图示的元件的子集更多的元件。进而,一些实施例可包含来自两个或更多附图的特征的任何合适的组合。

[0085] BAW器件可以包括凸起框架结构。凸起框架结构可以减少从体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏。

[0086] 本申请内容的各个方面涉及具有多梯度凸起框架结构的体声波 (bulk acoustic wave, BAW) 器件。本文披露的多梯度凸起框架结构可以实现高品质因数 (Q) 的稳定度, 并降低凸起框架技术的Q灵敏度。通过多层凸起框架结构和梯度凸起框架的组合, 可以改善BAW器件的Q值。这个Q值可以是BAW器件的 Q_p , 其中 Q_p 是反谐振处的品质因数。本文披露的双梯度凸起框架结构可以提高Q值的稳定度, 也可以降低凸起框架对Q值的敏感度。相对于单梯度凸起框架结构, 双梯度凸起框架结构可以补偿来自泄漏的能量反射。因此, 在某些应用中, 双梯度凸起框架结构可以比单梯度凸起框架结构提供更好的性能。

[0087] 本文披露的实施例涉及BAW器件, 其包括具有多个梯度的多层凸起框架结构。多层凸起框架结构可以包括定位在BAW器件的下电极和上电极之间的第一凸起框架层。多层凸起框架结构还可以包括定位在第一凸起框架层上的第二凸起框架层。第二凸起框架层可以延伸超过第一凸起框架层。第二凸起框架层可以在相对侧上呈锥形, 在相对侧处, 第二凸起框架层延伸超过第一凸起框架层的。第二凸起框架层的锥形部分可以有一个小于90度的锥角。例如, 锥角可以小于45度。多层凸起框架结构可以具有相对于压电层和/或电极层的表面的凸出结构。多层凸起框架结构可以具有相对于诸如空气腔体的声学反射器的凸出结构。多层凸起框架结构可以形成一个圆顶状的结构。在平面视图中, 多层凸起框架结构可以环绕BAW器件的主要声学活动区。

[0088] 第一凸起框架层可以比BAW器件的压电层具有更低的声学阻抗。第一凸起框架层可以比BAW器件的下电极层和上电极层具有更低的声学阻抗。第一凸起框架层可以降低耦合系数。第一凸起框架层可以是氧化物。第一凸起框架层可以是金属。第一凸起框架层可以是聚合物。第一凸起框架层可以包括氧化物、金属或聚合物中的一种或多种。第一凸起框架层可以包括, 例如, 二氧化硅 (SiO₂) 层、氮化硅 (SiN) 层、碳化硅 (SiC) 层或任何其他合适的低声学阻抗材料。因为二氧化硅已经被用于各种体声波器件, 所以二氧化硅的第一凸起框架层可以相对容易制造。虽然第一凸起框架层在某些情况下可以被称为氧化物, 但第一凸起框架层可以包括任何适合特定应用的材料。

[0089] 第二凸起框架层可以是相对高的声学阻抗。例如, 第二凸起框架层可以包括钼 (Mo)、钨 (W)、钌 (Ru)、铂 (Pt)、铱 (Ir) 等、或其任何合适的合金。第二凸起框架层可以是金属层。替换地, 第二凸起框架层可以是具有相对高的声学阻抗的合适的非金属材料。第二凸起框架层的声学阻抗可以类似于或高于BAW器件的电极层的声学阻抗。在某些情况下, 第二凸起框架层可以是与BAW器件的电极层相同的材料。第二凸起框架层可以具有相对高的密度。虽然第二凸起框架层在某些情况下可以被称为金属层或含金属的层, 但第二凸起框架层可以包括任何适合特定应用的材料。

[0090] 现在将讨论具有多梯度凸起框架结构的示例BAW器件。这些BAW器件的任何合适的原理和优点都可以彼此一起实现。

[0091] 图1是根据一实施例, 具有双梯度凸起框架结构的BAW器件10的示意性横截面视图。BAW器件10可以产生体声波。BAW器件10可以是BAW谐振器。图示的BAW器件10包括主要声学活动区“主要区域 (Main Region)”和在图示的横截面视图中主要声学活动区的相对两侧的框架区域。主要声学活动区“主要 (Main)”和框架区域都包括在BAW器件10中的声学反射

器上。相对于主要声学活动区,在框架区域的主模式中,压电层中的声能会有明显的(例如,指数级)下降。在框架区域,有第一梯度区域RaF1、非梯度区域RaF2、和第二梯度区域RaF3。第一和第二梯度区域RaF1和RaF3分别都包括在声学反射器的上方。如图1所示,第一和第二梯度区域RaF1和RaF3分别在空气腔体18上方。主要声学活动区可以明显大于框架区域。图2A和2B可以示出主要声学活动区和框架区域的相对大小,比图1的横截面图更符合比例。

[0092] 如图所示,BAW器件10包括压电层11、第一电极12、第二电极14、第一凸起框架层15、第二凸起框架层16、支撑基板17、诸如空气腔体18的声学反射器以及钝化(passivation)层19。

[0093] 压电层11定位在第一电极12和第二电极14之间。压电层11可以是氮化铝(AlN)层。压电层11可以是任何其他合适的压电层。在主要声学活动区“主要区域”中,压电层11与第一电极12和第二电极14两者都重叠,并在空气腔体18上与之有物理接触。主要声学活动区“主要区域”也分别与第一和第二凸起框架层15和16无关。

[0094] 第一电极12可以有一个相对较高的声学阻抗。例如,第一电极12可以包括钼(Mo)、钨(W)、钌(Ru)、铬(Cr)、铱(Ir)、铂(Pt)、Ir/Pt,或任何合适的合金和/或其组合。类似地,第二电极14可以有一个相对高的声学阻抗。第二电极14可以包括Mo、W、Ru、Ir、Cr、Pt、Ir/Pt,或任何合适的合金和/或其组合。在某些情况下,第二电极14可以由与第一电极14相同的材料形成。第一电极12可以称为下电极。第二电极14可以称为上电极。

[0095] 第一凸起框架层15可以比BAW器件10的压电层11具有更低的声学阻抗。第一凸起框架层15可以比BAW器件10的第一电极12和第二电极层14具有更低的声学阻抗。第一凸起框架层15可以是氧化物,诸如氧化硅。这种第一凸起框架层15可以称为氧化物凸起框架层。第一凸起框架层15可以是电介质层。第一凸起框架层15可以包括金属。第一凸起框架层15可以是聚合物。第一凸起框架层15可以包括氧化物、金属或聚合物中的一种或多种。第一凸起框架层15可以包括,例如,SiO₂层、SiN层、SiC层、或任何其他合适的低声学阻抗材料。因为SiO₂已经被用于各种体声波器件,所以SiO₂第一凸起框架层15可以相对容易制造。

[0096] 第二凸起16框架层可以是相对高的声学阻抗材料。例如,第二凸起框架层16层可以包括Mo、W、Ru、Ir、Cr、Pt等、或其任何合适的合金。第二凸起16框架层可以是含金属的层。在这种实施例中,第二凸起框架层16可以称为金属凸起框架层。替换地,第二凸起框架层16可以是具有相对高的声学阻抗的合适的非金属材料。第二凸起框架层16的声学阻抗可以类似于或大于BAW器件10的电极12和/或14的声学阻抗。在某些情况下,第二凸起框架层16可以是与BAW器件10的电极12和/或14相同的材料。第二凸起框架层16可以具有相对高的密度。第二凸起框架层16的密度可以类似于或高于BAW器件10的电极12和/或14的密度。

[0097] 在某些实施例中,第一凸起框架层15是氧化物层(例如,二氧化硅层),而第二凸起框架层16是含金属的层。在至少一些这种实施例中,第一凸起框架层15可以是与钝化层19相同的材料。在某些这种情况下,第二凸起框架层16可以是与电极12和14中的至少一个相同的材料。

[0098] 在图1中,第一凸起框架层15和第二凸起框架层16在框架区域的非梯度区域RaF2中都与压电层11基本平行。图示的第二凸起框架层16是锥形的,并在框架区域的第一和第二梯度区域RaF1和RaF3中分别延伸超过第一凸起框架层15。第一梯度区域RaF1和第二梯度区域RaF3定位在凸起框架结构的相对侧。在图1所示的BAW器件10中,相对侧是向主要声学

活动区“主要区域”延伸的凸起框架结构的内侧,以及远离主要声学活动区“主要区域”的外侧。外侧在图1中处于或靠近空气腔体18的边缘。第二凸起框架层16是在BAW器件10中从第一梯度区域RaF1延伸到第二梯度区域RaF3的连续层。在图1中,第二凸起框架层16具有在非梯度区域RaF2中的非梯度部分,以及在梯度区域RaF1和RaF3中的梯度部分。

[0099] 尽管本文披露的实施例可包括双梯度凸起框架结构,但本文披露的任何合适的原理和优点都可在具有三个或更多梯度区域的BAW器件中实现。虽然图1的框架区域包括两个梯度区域RaF1和RaF3以及梯度区域RaF1和RaF3之间的非梯度区域RaF2,但一些其他多梯度凸起框架结构(例如,具有相对狭窄宽度的凸起框架结构)可以包括没有非梯度区域的梯度区域。因此,多梯度凸起框架结构可以包括或基本上包括梯度区域。这种BAW器件的一个示例在图21中示出。

[0100] 本文披露的任何合适的原则和优点都可以应用于浮置凸起框架结构,其中凸起框架结构处于浮置电压电平。浮置凸起框架结构可以与BAW器件的电极电绝缘(例如,通过电介质材料)。

[0101] 在平面视图中,框架区域可以围绕BAW器件的主要声学活动区。图2A示出了在平面视图中围绕主要声学活动区21的框架区域22的示例。在某些实施例中,附图中的横截面视图可以是沿图2A中的A-A'线。在平面视图中,图2A中所示的BAW器件20A具有半圆形或半椭圆形的形状。图2A中所示的框架区域22可以包括附图中任何一个横截面视图中所示的梯度框架区域和非梯度框架区域。框架区域22还可以包括一个或多个凹陷框架区域。凹陷框架区域可以位于凸起框架区域和主要声学活动区21的中心部分之间。在凹陷框架区域中,可以比在主要声学活动区21中存在更少的的质量负荷。

[0102] 根据本文所披露的任何合适的原理和优点的BAW器件在平面视图中可以替代性地具有任何其他合适的形状,诸如四边形、具有弯曲边的四边形、五边形、具有弯曲边的五边形等。例如,图2B示出了在平面视图中,具有围绕主要声学活动区21的框架区域22的另一BAW器件20B的另一示例。图2B所示的BAW器件20B在平面视图中具有边是圆的五边形的形状。在某些实施例中,附图中的横截面视图可以是沿图2B中的B-B'线。图2B中所示的框架区域22可以包括附图中任何一个横截面视图中所示的梯度框架区域和非梯度框架区域。BAW器件20B的框架区域22还可以包括位于凸起框架区域和主要声学活动区21的中心部分之间的一个或多个凹陷框架区域。

[0103] 图3A示出了具有双梯度凸起框架结构的BAW器件30的横截面视图。图3B示出了图3A的BAW器件30的仿真结果,其中圈出的双梯度凸起框架结构的镜像版本包括在BAW器件30的横截面视图的相对侧。仿真结果是针对随着二氧化硅第一凸起框架层15的斜率和厚度的变化而变化的Q值。仿真结果示出了一个大的区域,在这个区域中实现了高Q值。这些仿真结果表明,在工艺改变和/或工艺变化的情况下,可以实现稳定的Q值。例如,仿真结果表明,图3A的第一凸起框架层15的厚度可以调整而不会对Q值产生明显影响。

[0104] 图4A示出了BAW器件40的一部分的横截面视图,其中圈出了单梯度凸起框架结构。在BAW器件40中,单梯度在凸起框架结构的内侧,延伸到主要声学活动区。靠近空气腔体18的边缘的BAW器件40的凸起框架结构的外侧不包括梯度。图4B示出了图4A的BAW器件40的仿真结果,其中圈出的单梯度凸起框架结构的镜像版本包括在BAW器件40的横截面的相对侧。仿真结果是针对随着二氧化硅第一凸起框架层15的斜率和厚度的变化而变化的Q值。仿真

结果表明,仿真的BAW器件40可以实现高Q值。这些仿真结果还表明,与图3A的BAW器件30相比,随着器件参数,诸如第一凸起框架层15的厚度变化,Q值较不稳定。

[0105] 图5A示出了具有凸起框架结构的BAW器件50的一部分的横截面视图,其中没有第二凸起框架层16延伸超过第一凸起框架层15,朝着圈出的主要声学活动区。图5B示出了图5A的BAW器件50的仿真结果,其中圈出的凸起框架结构的镜像版本包括在BAW器件50的横截面的相对侧。仿真结果是针对随着二氧化硅第一凸起框架层15的斜率和厚度的变化而变化的Q值。仿真结果表明,相对于分别对应于图3B和4B中的仿真结果的BAW器件30和40,仿真的BAW器件50具有不太理想的Q性能。让第二凸起框架层16在凸起框架结构的相对侧延伸超过第一凸起框架层可能是想要的。

[0106] 图1的BAW器件10是薄膜体声学谐振器(film bulk acoustic resonator,FBAR)。本文披露的原理和优点可以应用于其他BAW器件。图6图示了具有双梯度凸起框架结构的固态装配谐振器(solidly mounted resonator,SMR)BAW器件60。SMR BAW器件60包括代替空气腔体作为声学反射器的固体声学镜62。固体声学镜62是声学布拉格反射器。固体声学镜62包括交替的低声学阻抗层63和高声学阻抗层64。作为一个示例,固体声学镜62可以包括交替的作为低阻抗层63的二氧化硅层和作为高阻抗层64的钨层。本文所披露的任何合适的原理和优点都可以应用于SMR BAW器件。

[0107] 图7至21是具有多梯度凸起框架结构的BAW器件的实施例的横截面视图。在这些图中,未示出声学反射器(例如,空气腔体)下方的支撑基板,尽管在这些实施例中支撑基板包括在声学反射器的下方。这些实施例的任何合适的特征组合都可以与彼此和/或本文所披露的其他实施例一起实现。

[0108] 图7是根据一实施例,具有多梯度凸起框架结构的BAW器件70的示意性横截面视图。如图7所示,对于BAW器件70的第一部分72,第二凸起框架层16可以仅在第一凸起框架层15的一侧上延伸超出第一凸起框架层15,并且对于BAW器件70的第二部分74,第二凸起框架层16可以延伸超出第一凸起框架层15的两侧。如图7所示,BAW器件70的第一部分72和第二部分74可以在主要声学活动区的相对侧。

[0109] 图8是根据一实施例,具有多梯度凸起框架结构的BAW器件80的示意性横截面视图。在图8中,第一凸起框架层15包括在图示的示意性横截面视图中的BAW器件的一侧。如图7所示,BAW器件80的多梯度凸起框架结构包括多层部分85和单层部分84。BAW器件80是多梯度凸起框架BAW器件的一个示例,其中凸起框架层(即,BAW器件80的第一凸起框架层15)仅沿着BAW器件的主要声学活动区的一部分被包括。

[0110] 图9是根据一实施例,具有多梯度凸起框架结构的BAW器件90的示意性横截面视图。在图9中,横截面视图的一侧包括在BAW器件90的第一部分92中的单凸起框架层,以及横截面视图的第二侧包括在BAW器件90的第二部分94中的双层凸起框架层,其中第二层在一侧延伸超过第一层。BAW器件90的凸起框架结构包括多层部分94和单层部分92。在多梯度凸起框架结构的多层部分94中,第二凸起框架层16仅在一侧延伸超过第一凸起框架层15。在多梯度凸起框架结构的单层部分92中,第二凸起框架层16的一部分比BAW器件90中多梯度凸起框架结构的多层部分要厚。在单层部分92的非梯度区域,第二凸起框架层16比多层部分94中的厚。

[0111] 尽管本文披露的一些多梯度凸起框架BAW器件包括多个凸起框架层,但多梯度凸

起框架BAW器件可以包括单凸起框架层。图10、11和12图示了这些BAW器件的示例。

[0112] 图10图示了根据一实施例,具有单层凸起框架结构的BAW器件100的示意性横截面视图。在图示的视图中,凸起框架层16关于BAW器件100的主要声学活动区的中心是不对称的。BAW器件100包括具有单凸起框架层的多梯度凸起框架结构。单凸起框架层16对应于本文披露的其他BAW器件的第二凸起框架层16。凸起框架层16可以被认为是单层的,即使它是由同一材料的几层形成的。在某些实施例中,BAW器件100的凸起框架层16可以是与电极14相同的材料。BAW器件100的凸起框架层16可以具有相对高的声学阻抗。

[0113] 图11图示了根据一实施例,具有单层凸起框架结构的BAW器件110的示意性横截面视图。在BAW器件110中,凸起框架层15对应于其他实施例的第一凸起框架层15。在某些实施例中,BAW器件110的单层凸起框架层15可以是与钝化层19相同的材料。BAW器件110的凸起框架层15可以具有相对低的声学阻抗,其低于电极12和14和/或压电层11的声学阻抗。如图所示,凸起框架层15定位在压电层11和电极14之间。在其他一些实施例中,凸起框架层15可以替换地或额外地定位在在压电层11和电极12之间。

[0114] 图12图示了根据一实施例,BAW器件120的示意性横截面视图。BAW器件120包括双梯度凸起框架结构,其中凸起框架结构定位在压电层11和下电极12之间。在BAW器件120中,凸起框架结构包括单凸起框架层16。BAW器件120的凸起框架层16对应于其他实施例的BAW器件的第二凸起框架层16。如图12所示,凸起框架层定位在电极12和14之间。

[0115] 图13图示了根据一实施例,BAW器件130的示意性横截面视图。BAW器件130包括双梯度凸起框架结构,其中凸起框架结构包括定位在压电层11和下电极12之间的两层。在BAW器件130中,双梯度凸起框架结构定位在电极12和14之间。在BAW器件130中,第一凸起框架层15定位在电极12和第二凸起框架结构16之间。在BAW器件130中,第二凸起框架层16包括第一凸起框架层15和压电层之间的部分。在图13中,第二凸起框架层16在相对两侧上延伸超过第一凸起框架层15。

[0116] 图14图示了根据一实施例,BAW器件140的示意性横截面视图。BAW器件140包括双梯度凸起框架结构,其中凸起框架结构包括定位在压电层11的相对侧上的电极12和14之间的两层。在BAW器件140中,压电层11定位在第一凸起框架层15和第二凸起框架层16之间,并且第一凸起框架层15和第二凸起框架层16都定位在电极12和14之间。在BAW器件140中,第二凸起框架层16在相对两侧上延伸超过第一凸起框架层15。在BAW器件140中,第二凸起框架层16定位在压电层11和第二电极14之间。在BAW器件140中,第一凸起框架层15定位在压电层11和第一电极12之间。

[0117] 图15图示了根据一实施例,BAW器件150的示意性横截面视图。BAW器件150包括双梯度凸起框架结构,其中凸起框架结构包括定位在压电层11的相对两侧上的电极12和14之间的两个层。在BAW器件150中,第二凸起框架层16在凸起框架结构的内侧,向主要声学活动区延伸超出第一凸起框架层15。在BAW器件150中,在与主要声学活动区相对的凸起框架结构的外侧上,第二凸起框架层16不延伸超出第一凸起框架层15。在BAW器件150中,第二凸起框架层16定位在压电层11和声学反射器上方的第一电极12之间。在BAW器件150中,第一凸起框架层15定位在压电层11和第二电极14之间。

[0118] 本文披露的实施例涉及一种多层凸起框架结构,该结构配置为减少来自体声波器件的主要声学活动区的横向能量泄漏,其中多层凸起框架结构的一层被嵌入压电层中。将

参照图16、18和20讨论具有嵌入压电层的凸起框架层的示例实施例。

[0119] 图16图示了根据一实施例,BAW器件160的示意性横截面视图。BAW器件160包括具有嵌入压电层11中的凸起框架层15的双层凸起框架结构。在某些应用中,压电层11可以在嵌入的凸起框架层15的相对两侧上包括不同的材料。例如,在嵌入的凸起框架层15的一侧,压电层11可以包括AlN,而在嵌入的凸起框架层15的另一侧,压电层11可以包括掺有钨的AlN。在某些情况下,压电层11在嵌入的凸起框架结构的相对两侧上包括相同的材料。在BAW器件160中,第二凸起框架层16在凸起框架结构的内侧,向BAW器件160的主要声学活动区延伸超出第一凸起框架15。在BAW器件160中,在与主要声学活动区相对的凸起框架结构的外侧上,第二凸起框架层16不延伸超出第一凸起框架层15。

[0120] 图17图示了根据一实施例,具有梯度的多层凸起框架结构的BAW器件170的示意性横截面视图。在BAW器件170中,第一凸起框架层16被嵌入压电层11中。BAW器件170类似于图16的BAW器件160,除了在BAW器件170中,第一凸起框架层15定位在压电层11和声学反射器上方的第一电极12之间。

[0121] 图18图示了根据一实施例,具有双梯度凸起框架结构的BAW器件180的示意性横截面视图,双梯度凸起框架结构具有嵌入压电层11中的凸起框架层15。BAW器件180类似于图1的BAW器件10,除了在BAW器件180中,第一凸起框架层15被嵌入压电层11中。

[0122] 图19图示了根据一实施例,具有双梯度凸起框架结构的BAW器件190的示意性横截面视图。BAW器件190类似于图1的BAW器件10,除了在BAW器件190中,第一凸起框架层15定位在压电层11和第一电极12之间。BAW器件190类似于图17的BAW器件170,除了在BAW器件190中,第二凸起框架层16在凸起框架结构的内侧和外侧都延伸超过第一凸起框架层15。

[0123] 图20图示了根据一实施例,BAW器件200的示意性横截面视图。在某些应用中,多梯度凸起框架结构可以嵌入压电层11中。BAW器件200包括双梯度凸起框架结构,其中凸起框架结构的两层15和16被嵌入压电层11中。

[0124] 图21图示了根据一实施例,BAW器件210的示意性横截面视图。BAW器件210是具有多梯度凸起框架结构的BAW器件的示例,该多梯度凸起框架结构由或基本由梯度区域RaF1和RaF3组成。在这种BAW器件中,凸起框架结构在声反射器上可以有相对较窄的宽度。

[0125] 在图示的示意性截面视图中,凸起框架层的梯度部分可以具有相对于水平方向的锥角 α 。锥角 α 可以是相对于底层(例如,压电层和/或电极层)。图22图示了锥角 α ,锥角 α 可以小于 45° 。在一些应用中,对于第一梯度区域RaF1中的凸起框架层的梯度部分,锥角可以小于 45° 。在这种应用中,第一梯度区域RaF1中的锥角也可以大于 5° 。在某些情况下,对于第一梯度区域RaF1中的凸起框架层的梯度部分,锥角可以在大约 5° 至 45° 的范围内。在一些应用中,对于本文所披露的任何实施例中的第二梯度区域RaF3中的凸起框架层的梯度部分,其锥角可以小于 45° 。在这种应用中,第二梯度区域RaF3中的锥角也可以大于 5° 。在某些情况下,对于本文披露的任何一实施例的第二梯度区域RaF3中的凸起框架层的梯度部分,锥角可以在大约 5° 至 45° 的范围内。

[0126] 在某些应用中,对于本文披露的任何实施例的第一梯度区域RaF1和/或第二梯度区域RaF3中的凸起框架层的梯度部分,锥角可以在约 10° 至 40° 的范围内。在一些应用中,对于本文披露的任何实施例中的第一梯度区域RaF1和/或第二梯度区域RaF3中的凸起框架层的梯度部分,锥角可以在约 10° 至 30° 范围内。

[0127] 在某些应用中,第一和第二梯度区域RaF1和RaF3的锥角可以大致相同。在其他一些应用中,第一和第二梯度区域RaF1和RaF3的锥角可以不同。本段所讨论的锥角可以应用于本文所披露的任何合适的BAW器件。

[0128] 图23图示了凸起框架层的示例梯度部分的示例,其中梯度部分可以是非线性的。非线性梯度部分可以包括凸出(convex)部分、凹进(concave)部分、或其任何组合。梯度凸起框架层部分的其他变化是可能的。

[0129] 本文所披露的BAW器件可以作为BAW谐振器在声波滤波器中实现。这种滤波器可以布置为滤波射频信号。在某些应用中,声波滤波器可以是带通滤波器,布置成通过射频频带并衰减射频频带之外的频率。声波滤波器可以实现带阻滤波器。本文所披露的体声波器件可以实现各种不同的滤波器拓扑结构。示例的滤波器拓扑结构包括梯形滤波器、格型滤波器、混合梯形格型滤波器等。声波滤波器可以包括所有的BAW谐振器或一个或多个BAW谐振器和诸如SAW谐振器的一个或多个其他类型的声波谐振器。本文所披露的BAW谐振器可以实现在包括至少一个BAW谐振器和一个非声学电感器-电容器部件的滤波器中。现在将参照图24至26讨论一些示例滤波器拓扑结构。图24至26的滤波器拓扑结构的任何特征的合适组合都可以相互一起和/或与其他滤波器拓扑结构一起实现。

[0130] 图24是根据一实施例,梯形滤波器240的示意图,该梯形滤波器包括体声波谐振器。梯形滤波器240是示例拓扑结构,其可以实现由声波谐振器形成的带通滤波器。在具有梯形滤波器拓扑结构的带通滤波器中,并联(shunt)谐振器可以比串联谐振器具有更低的谐振频率。梯形滤波器240可以布置为滤波射频信号。如图所示,梯形滤波器240包括串联声波谐振器R1、R3、R5和R7以及并联声波谐振器R2、R4、R6和R8,它们耦接在第一输入/输出端口I/O₁和第二输入/输出端口I/O₂之间。任何合适数量的串联声波谐振器都可以包括在梯形滤波器中。任何合适数量的并联声波谐振器都可以包括在梯形滤波器中。第一输入/输出端口I/O₁可以是发射端口,第二输入/输出端口I/O₂可以是天线端口。替换地,第一输入/输出端口I/O₁可以是接收端口,第二输入/输出端口I/O₂可以是天线端口。

[0131] 根据一实施例,梯形滤波器240的一个或多个声波谐振器可以包括体声波滤波器。例如,部分或全部并联谐振器R2、R4、R6和R8可以是根据本文披露的任何合适的原理和优点的多梯度凸起框架BAW谐振器。当梯形滤波器240是带通滤波器时,梯形滤波器240的并联谐振器的反谐振频率可以设定为通带的下缘。使用多梯度凸起框架BAW并联谐振器,可以有利地实现反谐振Q_p处的品质因数的高品质因数稳定度,例如,如图3B的图所示。替代地或额外地,梯形滤波器240的一个或多个串联谐振器可以根据本文所披露的任何合适的原理和优点来实现。

[0132] 图25是根据一实施例,包括体声波谐振器的格型滤波器250的示意图。格型滤波器250是示例拓扑结构,可以由声波谐振器形成带通滤波器。格型滤波器250可以布置为滤波射频信号。如图所示,格型滤波器250包括声波谐振器RL1、RL2、RL3和RL4。声波谐振器RL1和RL2是串联谐振器。声波谐振器RL3和RL4是并联谐振器。图示的格型滤波器250有平衡输入和平衡输出。图示的声波谐振器RL1至RL4中的一个或多个可以是根据本文披露的任何合适的原理和优点的体声波谐振器。

[0133] 图26是根据一实施例,包括体声波谐振器的混合梯形和格型滤波器260的示意图。图示的混合梯形和格型滤波器260包括串联声波谐振器RL1、RL2、RH3和RH4以及并联声波谐

振器RL3、RL4、RH1和RH2。混合梯形和格型滤波器260包括根据本文披露的任何合适的原则和优点的一个或多个体声波谐振器。

[0134] 在一些应用中,体声波谐振器可以包括在滤波器中,该滤波器还包括一个或多个电感器和一个或多个电容器。

[0135] 本文所披露的原理和优点可以实现在独立的滤波器和/或任何合适的多路复用器中的一个或多个滤波器中。这种滤波器可以是本文讨论的任何合适的拓扑结构,诸如根据参考图21中任何所披露的任何合适的原理和优点的任何滤波器拓扑结构。滤波器可以是安排用于滤波第四代(fourth generation,4G)长期演进(Long Term Evolution,LTE)频带和/或第五代(fifth generation,5G)新空口(New Radio,NR)频带的带通滤波器。独立滤波器和多路复用器的示例将参照图27A至27E讨论。这些滤波器和/或多路复用器的任何合适的原则和优点都可以相互一起实现。此外,本文所披露的多梯度凸起框架体声波谐振器可以包括在滤波器中,该滤波器还包括一个或多个电感器和一个或多个电容器。

[0136] 图27A是声波滤波器330的示意图。声波滤波器330是带通滤波器。声波滤波器330布置为滤波射频信号。声波滤波器330包括在第一输入/输出端口RF_IN和第二输入/输出端口RF_OUT之间耦接的多个声波谐振器。声波滤波器330包括具有多梯度凸起框架结构的一个或多个BAW谐振器,多梯度凸起框架结构根据本文所披露的任何合适的原理和优点来实现。

[0137] 图27B是根据一实施例包括声波滤波器的双工器332的示意图。双工器332包括在公共节点COM处耦接到一起的第一滤波器330A和第二滤波器330B。双工器332的滤波器中一个可以是发射滤波器,双工器332的滤波器中的另一个可以是接收滤波器。在一些其他情况下,诸如在分集接收应用中,双工器332可以包括两个接收滤波器。替换地,双工器332可以包括两个发射滤波器。公共节点COM可以是天线节点。

[0138] 第一滤波器330A是布置为滤波射频信号的声波滤波器。第一滤波器330A包括在第一射频节点RF1和公共节点COM之间耦接的声波谐振器。第一射频节点RF1可以是发射节点或接收节点。第一滤波器330A包括具有多梯度凸起框架结构的一个或多个BAW谐振器,多梯度凸起框架结构根据本文所披露的任何合适的原理和优点来实现。

[0139] 第二滤波器330B可以是布置为滤波第二射频信号的任何合适的滤波器。第二滤波器330B可以是,例如,声波滤波器、包括具有根据本文披露的任何合适的原则和优点实现的多梯度凸起框架结构的一个或多个BAW谐振器的声波滤波器、LC滤波器、混合声波LC滤波器,或类似的。第二滤波器330B被耦接在第二射频节点RF2和公共节点之间。第二射频节点RF2可以是发射节点或接收节点。

[0140] 尽管出于说明目的,可以用滤波器或双工器来讨论示例实施例,但本文披露的任何合适的原理和优点都可以在包括在公共节点处耦接在一起的多个滤波器的多路复用器中实现。多路复用器的示例包括但不限于具有在公共节点处耦接在一起的两个滤波器的双工器、具有在公共节点处耦接在一起的三个滤波器的三工器、具有在公共节点处耦接在一起的四个滤波器的四工器、具有在公共节点处耦接在一起的六个滤波器的六工器、具有在公共节点处耦接在一起的八个滤波器的八工器,或类似的。多路复用器可以包括具有不同通带的滤波器。多路复用器可以包括任何合适数量的发射滤波器和任何合适数量的接收滤波器。例如,多路复用器可以包括所有的接收滤波器、所有的发射滤波器,或者一个或多个

发射滤波器和一个或多个接收滤波器。多路复用器的一个或多个滤波器可以包括具有多梯度凸起框架结构的任何合适数量的BAW谐振器。

[0141] 图27C是根据一实施例,包括声波滤波器的多路复用器334的示意图。多路复用器334包括在公共节点COM处耦接在一起的多个滤波器330A至330N。多个滤波器可以包括任何合适数量的滤波器,包括例如,3个滤波器、4个滤波器、5个滤波器、6个滤波器、7个滤波器、8个滤波器或更多个滤波器。多个声波滤波器中的一些或全部可以是声波滤波器。如图所示,滤波器330A至330N均具有到公共节点COM的固定电连接。这可以被称为硬多路复用或固定多路复用。在硬多路复用应用中,滤波器具有到公共节点的固定电连接。滤波器330A至330N中的每个都有各自的输入/输出节点RF1至RFN。

[0142] 第一滤波器330A是布置为滤波射频信号的声波滤波器。第一滤波器330A可以包括耦接在第一射频节点RF1和公共节点COM之间的一个或多个声波器件。第一射频节点RF1可以是发射节点或接收节点。第一滤波器330A包括一个或多个BAW谐振器,其具有根据本文披露的任何合适的原理和优点的多梯度凸起框架结构。多路复用器334的其他滤波器可以包括一个或多个声波滤波器、包括具有多梯度凸起框架结构的一个或多个BAW谐振器的一个或多个声波滤波器、一个或多个LC滤波器、一个或多个混合声波LC滤波器、或其任何合适的组合。

[0143] 图27D是根据一实施例,包括声波滤波器的多路复用器336的示意图。多路复用器336与图27C的多路复用器334一样,除了多路复用器336实现了开关式多路复用。在开关式多路复用中,滤波器经由开关耦接到公共节点。在多路复用器336中,开关337A至337N可以选择性地将相应的滤波器330A至330N电连接到公共节点COM。例如,开关337A可以选择性地将第一滤波器330A经由开关337A电连接到公共节点COM。任何合适数量的开关337A至337N可以在给定状态下将相应的滤波器330A至330N电连接到公共节点COM。类似地,任何合适数量的开关337A至337N可以在给定状态下将相应的滤波器330A至330N与公共节点COM电隔离。开关337A至337N的功能可以支持各种载波聚合。

[0144] 图27E是根据一实施例,包括声波滤波器的多路复用器338的示意图。多路复用器338图示出,多路复用器可以包括硬多路复用滤波器和开关多路复用滤波器的任何合适的组合。具有多梯度凸起框架结构的一个或多个BAW谐振器可以包括在滤波器中,该滤波器硬多路复用到多路复用器的公共节点。替换地或额外地具有多梯度凸起框架结构的一个或多个BAW谐振器可以包括在滤波器中,该滤波器被开关复用到多路复用器的公共节点。

[0145] 本文披露的BAW谐振器可以实现在各种封装模块中。现在将讨论一些示例封装模块,其中可以实现本文披露的BAW器件的任何合适的原理和优点。示例封装模块包括一个或多个声波滤波器、和一个或多个射频放大器(例如,一个或多个功率放大器和/或一个或多个低噪声放大器)、和/或一个或多个射频开关。示例封装模块可以包括包封图示的电路元件的封装件。图示的电路元件可以安置在一个公共封装基板上。封装基板可以是例如层压基板。图28至32是根据某些实施例的说明性封装模块的示意框图。这些封装模块的特征的任何合适组合都可以相互实现。虽然在图29至32的示例封装模块中图示了双工器,但包括耦接到公共节点的多个滤波器的任何其他合适的多路复用器可以代替一个或多个双工器来实现。例如,四工器可以实现在某些应用中。替换地或额外地,封装模块的一个或多个滤波器可以布置为发射滤波器或接收滤波器,发射滤波器或接收滤波器不包括在多路复用器

中。

[0146] 图28是根据一实施例,包括声波部件342的射频模块340的示意图。图示的射频模块340包括声波部件342和其他电路343。声波部件342可以包括一个或多个BAW谐振器,其具有根据本文披露的特征的任何合适组合的多梯度凸起框架结构。声波部件342可以包括BAW芯片(die),其包括BAW谐振器。

[0147] 图28中所示的声波部件342包括滤波器344和端子345A和345B。滤波器344包括一个或多个BAW谐振器,其根据本文披露的任何合适的原理和优点实现。端子345A和344B可以作为例如输入触点和输出触点。在图28中,声波元件342和其他电路343是在公共封装基板346上。封装基板346可以是层压基板。端子345A和345B可以分别通过电连接器348A和348B电连接到封装基板346上的触点347A和347B。电连接器348A和348B可以是例如凸块(bump)或引线键合(wire bond)。

[0148] 其他电路343可以包括任何合适的额外电路。例如,其他电路可以包括一个或多个射频放大器(例如,一个或多个功率放大器、和/或一个或多个低噪声放大器)、一个或多个功率放大器、一个或多个射频开关、一个或多个额外滤波器、一个或多个低噪声放大器、一个或多个RF耦合器、一个或多个延迟线、一个或多个移相器、类似的、或其任何合适的组合。其他电路343可以电连接到滤波器344。射频模块340可以包括一个或多个封装结构,例如,提供保护和/或促进射频模块340的更容易拿取(handling)。这种封装结构可以包括在封装基板340上形成的包覆结构。包覆结构可以包封射频模块340的部分或全部部件。

[0149] 图29是模块350的示意框图,该模块包括双工器351A至351N和天线开关352。双工器351A至351N中的一个或多个滤波器可以包括一个或多个BAW谐振器,其具有根据本文讨论的任何合适的原则和优点的多梯度凸起框架结构。任何合适数量的双工器351A至351N可以实现。天线开关352可以具有与双工器351A至351N的数量相对应的掷数。天线开关352可以包括一个或多个额外的掷,其耦接到模块350外部的一个或多个滤波器和/或耦接到其他电路。天线开关352可以将选定双工器电耦接到模块350的天线端口。

[0150] 图30是根据一个或多个实施例,模块354的示意性框图,模块354包括功率放大器355、射频开关356和多路复用器351A至351N。功率放大器355可以放大射频信号。射频开关356可以是多掷射频开关。射频开关356可以将功率放大器355的输出电耦接到多路复用器351A至351N的选定发射滤波器。多路复用器351A至351N中的一个或多个滤波器可以包括任何合适数量BAW谐振器,其具有根据本文讨论的任何合适的原则和优点的多梯度凸起框架结构。任何合适数量的多路复用器351A至351N可以实现。

[0151] 图31是根据一实施例,模块357的示意框图,该模块包括多路复用器351A'至351N'、射频开关358'和低噪声放大器359。多路复用器351A'至351N'中的一个或多个滤波器可以包括任何合适数量的BAW谐振器,其具有根据本文披露的任何合适的原理和优点的多梯度凸起框架结构。任何合适数量的多路复用器351A'至351N'都可以实现。射频开关358'可以是多掷射频开关。射频开关358'可以将多路复用器351A'至351N'的选定滤波器的输出电耦接到低噪声放大器359。在一些实施例中(未图示),可以实现多个低噪声放大器。在某些应用中,模块357可以包括分集接收特征。

[0152] 图32是根据一实施例,包括声波滤波器的射频模块380的示意图。如图所示,射频模块380包括双工器382A至382N,其包括相应的发射滤波器383A1至383N1以及相应的接收

滤波器383A2至383N2、功率放大器384、选择开关385和天线开关386。射频模块380可以包括封装图示元件的封装件。图示的元件可以安置在一个公共封装基板387上。例如,封装基板387可以是层压基板。包括功率放大器的射频模块可以称为功率放大器模块。射频模块可以包括图32中图示的元件的子集和/或附加元件。射频模块380可以包括一个或多个BAW谐振器,其具有根据本文披露的任何合适的原则和优点的多梯度凸起框架结构。

[0153] 双工器382A至382N的每个可以包括耦接到公共节点的两个声波滤波器。例如,这两个声波滤波器可以是发射滤波器和接收滤波器。如图所示,发射滤波器和接收滤波器可以均是布置为滤波射频信号的带通滤波器。一个或多个发射滤波器383A1至383N1可以包括一个或多个BAW谐振器,其具有根据本文披露的任何合适的原理和优点的多梯度凸起框架结构。类似地,一个或多个接收滤波器383A2至383N2可以包括一个或多个BAW谐振器,其具有根据本文所披露的任何合适的原则和优点的多梯度凸起框架结构。尽管图32图示了双工器,但本文所披露的任何合适的原理和优点都可以实现在其他多路复用器(例如四工器、六工器、八工器等)和/或开关式多路复用器中。

[0154] 功率放大器384可以放大射频信号。图示的开关385是多掷射频开关。开关385可以将功率放大器384的输出电耦接到发射滤波器383A1至383N1中的选定发射滤波器。在某些情况下,开关385可以将功率放大器384的输出电连接到发射滤波器383A1至383N1中的一个以上。天线开关386可以选择性地将信号从双工器382A至382N中的一个或多个耦接到天线端口ANT。双工器382A至382N可以与不同的频带和/或不同的工作模式(例如,不同的功率模式、不同的信令模式等)相关联。

[0155] 本文所披露的具有多梯度凸起框架结构的BAW器件可以实现在各种无线通信设备中,诸如移动设备。具有根据本文披露的任何合适的原理和优点实现的任何合适数量的BAW器件的一个或多个滤波器可以包括在各种无线通信设备中,诸如移动电话。BAW器件可以包括在射频前端的滤波器中。图33是移动设备390的一实施例的示意图。移动设备390包括基带系统391、收发器392、前端系统393、天线394、功率管理系统395、存储器396、用户界面397、以及电池398。

[0156] 移动设备390可以使用各种通信技术进行通信,包括但不限于第二代(second generation,2G)、第三代(third generation,3G)、第四代(fourth generation,4G)(包括LTE、LTE升级(LTE Advanced)以及LTE升级专业(LTE-Advanced Pro))、第五代(fifth generation,5G)新空口(New Radio,NR)、无线局域网(wireless personal area network,WLAN)(例如,WiFi)、无线个人区域网络(wireless personal area network,WPAN)(例如,蓝牙和紫蜂(ZigBee))、WMAN(无线城域网(wireless metropolitan area network))(例如,WiMax)、全球定位系统(Global Positioning System,GPS)技术、或其任何合适的组合。

[0157] 收发器39生成用于发射的RF信号并且处理从天线394接收的传入RF信号。应当理解的是,与RF信号的发射和接收相关联的各种功能可通过在图33整体表示为收发器392的一个或多个部件来实现。在一示例中,不同的部件(例如,不同的电路或芯片)可被提供以用于处理特定类型的RF信号。

[0158] 前端系统393辅助调节发射到天线394和/或从天线394接收的信号。在图示的实施例中,前端系统393包括天线调谐电路400、功率放大器(power amplifier,PA)401、低噪声放大器(low noise amplifier,LNA)402、滤波器403、开关404以及信号分割/组合电路405。

然而,其他实现方式也是可能的。滤波器403中的一个或多个可以根据本文披露的任何合适的原则和优点来实现。例如,滤波器403中的一个或多个可以包括至少一个BAW谐振器,其具有根据本文披露的任何合适的原则和优点的多梯度凸起框架结构。

[0159] 例如,前端系统393可以提供一些功能,包括但不限于放大用于发射的信号、放大接收的信号、对信号进行滤波、在不同频带之间切换、在不同功率模式之间切换、在发射和接收模式之间切换、信号的双工、信号的复用(例如双信或三工)、或其任何合适的组合。

[0160] 在某些实施例中,移动设备390支持载波聚合,从而提供灵活性以增加峰值数据速率。载波聚合可以用于频分双工(Frequency Division Duplexing,FDD)和时分双工(Time Division Duplexing,TDD),并且可以用于聚合多个载波或通道。载波聚合包括连续聚合,其中具有相同操作频带的连续载波被聚合。载波聚合也可以是非连续的,并且可以包括在公共频带或不同频带中以频率分隔的载波。

[0161] 天线394可以包括用于各种各样类型的通信的天线。例如,天线394可以包括用于发射和/或接收与各种各样的频率和通信标准相关的信号的天线。

[0162] 在某些实施方式中,天线394支持MIMO通信和/或切换分集通信。例如,MIMO通信经由单射频信道使用多个天线对多数据流进行通信。MIMO通信得益于由无线电环境的空间复用差异导致的更高信噪比、改进的编码和/或降低的信号干扰。切换分集指的是选择特定天线以在特定时间进行操作的通信。例如,开关可被用于基于各种因素,诸如观测到的误码率和/或信号强度指示符从天线组中选择特定天线。

[0163] 移动装置390可在某些实施方式中利用波束成形进行操作。例如,前端系统393可包括具有可控增益的放大器和具有可控相位的移相器。另外,移相器被控制以为使用天线394进行的信号的发射和/或接收提供波束成形以及分集。例如,在信号发射的情形中,控制被提供给天线394的发射信号的幅值和相位使得使用相长干涉和相消干涉使来自天线394的辐射信号组合以生成聚合发射信号,该聚合发射信号在给定方向展示具有更多信号强度传播的束状品质。在信号接收的情形中,控制幅值和相位使得当信号从特定方向到达天线394时更多信号能量被接收。在某些实施方式中,天线394包括一个或多个天线元件的阵列以增强波束成形。

[0164] 基带系统391耦接至用户接口397以便于处理各种用户输入和输出(I/O),诸如声音和数据。基带系统391提供具有发射信号的数字表示的收发器392,该收发器392处理该数字表示以生成用于发射的RF信号。基带系统391也处理由收发器392提供的接收信号的数字表示。如图33所示,基带系统391与存储器396耦接便于移动装置390的操作。

[0165] 存储器396可用于各种各样的目的,例如存储数据和/或指令以便于移动设备390的操作和/或提供用户信息的存储。

[0166] 功率管理系统395提供移动设备390的许多功率管理功能。在某些实施例中,功率系统395包括控制功率放大器401的电源电压的PA电源控制电路。例如,功率管理系统395可以配置为改变提供给功率放大器401中的一个或多个的电源电压以改善效率,例如功率增加效率(power added efficiency,PAE)。

[0167] 如图33所示,功率管理系统395从电池398接收电池电压。电池398可以是用于移动设备390中的任何合适的电池,包括例如锂离子电池。

[0168] 本文披露的技术可以实现在5G应用中的声波滤波器中。5G技术在本文中也称为

5G新空口(New Radio, NR)。5G NR支持和/或计划支持各种特征,诸如毫米波频谱上的通信、波束成形能力、高频谱效率波形、低延迟通信、多无线电数字学和/或非正交多址(non orthogonal multiple access, NOMA)。尽管这种射频功能为网络提供了灵活性,并提高了用户数据速率,但支持这些功能会带来一些技术挑战。

[0169] 本文的教导适用于各种通信系统,包括但不限于使用先进蜂窝技术的通信系统,如LTE-Advanced、LTE-Advanced Pro和/或5G NR。包括本文所披露的特征的任何合适组合的声波器件包括在滤波器中,该滤波器布置为滤波频率范围1(FR1)内的5G NR工作频带的射频信号。布置为滤波5G NR工作频带中的射频信号的滤波器可以包括本文所披露的一个或多个BAW器件。FR1可以从410MHz到7.125GHz,例如,如当前5G NR规范中规定的。根据本文所披露的任何合适的原理和优点的一个或多个BAW器件可以包括在布置为滤波第四代(4G)长期演进(LTE)中的射频信号的滤波器中。根据本文所披露的任何合适的原理和优点的一个或多个BAW器件可以包括在具有通带的滤波器中,该通带包括4G LTE工作频带和5G NR工作频带。这种滤波器可以实现在双连接应用中,诸如E-UTRAN新空口-双连接(E-UTRAN New Radio-Dual Connectivity, ENDC)应用。

[0170] 本文披露的BAW器件可以在存在制造差异的情况下提供高Q值和/或高Q稳定度。这种特征在5G NR应用中可能是有利的。例如,BAW器件的Q值稳定度在满足滤波器级和/或系统级的5G性能规格方面可能是重要的。

[0171] 图34是通信网络410的一个示例的示意图。通信网络410包括宏蜂窝基站411、小型蜂窝基站413和用户设备(UE)的各种示例,包括第一移动设备412a、无线连接的汽车412b、笔记本电脑412c、固定的无线设备412d、无线连接的火车412e、第二移动设备412f、和第三移动设备412g。UE是无线通信设备。图34中说明的宏蜂窝基站411、小型蜂窝基站413或UE中的一个或多个可以根据本文披露的任何合适的原理和优点实现一个或多个声波滤波器。例如,图34中所示的一个或多个UE可以包括一个或多个声波滤波器,该声波滤波器包括具有多梯度凸起框架结构的任何合适数量的BAW谐振器。

[0172] 尽管在图34中图示了基站和用户设备的具体示例,但通信网络可以包括各种各样类型和/或数量的基站和用户设备。例如,在所示的示例中,通信网络410包括宏蜂窝基站411和小型蜂窝基站413。相对于宏蜂窝基站411,小型蜂窝基站413可以以相对较低的功率、较短的范围、和/或较少的并发用户来操作。小型蜂窝基站413也可以被称为毫微微蜂窝基站(femtocell)、微微蜂窝基站(picocell)、或微蜂窝基站(microcell)。虽然通信网络410图示为包括两个基站,但通信网络410可以实现为包括更多或更少的基站和/或其他类型的基站。

[0173] 虽然示出了用户设备的各种示例,但本文的教导适用于各种各样用户设备,包括但不限于移动电话、平板电脑、笔记本电脑、物联网(Internet of Thing, IoT)设备、可穿戴电子设备、客户驻地设备(customer premises equipment, CPE)、无线连接的车辆、无线继电器、和/或各种各样其他通信设备。此外,用户设备不仅包括在蜂窝网络中运行的目前可用的通信设备,还包括随后开发的通信设备,这些设备将很容易与本文描述和要求的本发明系统、工艺、方法和设备一起实施。

[0174] 图34的图示的通信网络410支持使用各种各样蜂窝技术的通信,包括例如,4G LTE和5G NR。在某些实施方式中,通信网络410进一步适于提供无线局域网(WLAN),诸如WiFi。

尽管已经提供了各种通信技术的示例,但通信网络410可以适于支持各种各样通信技术。

[0175] 图34中已经描绘了通信网络410的各种通信链路。通信链路可以以各种各样的方式进行双工,包括例如,使用频分双工(frequency-division duplexing,FDD)和/或时分双工(time-division duplexing,TDD)。FDD是一种射频通信的类型,其使用不同的频率来发射和接收信号。FDD可以提供许多优势,诸如高数据速率和低延迟。相比之下,TDD是一种射频通信类型,其使用大约相同的频率来发射和接收信号,并且其中发射和接收通信在时间上进行切换。TDD可以提供许多优势,诸如有效利用频谱和在发射和接收方向之间吞吐量的可变分配。

[0176] 在某些实施方式中,用户设备可以使用4G LTE、5G NR和WiFi技术中的一种或多种与基站通信。在某些实施方式中,增强的许可辅助接入(enhanced license assisted access,eLAA)被用来将一个或多个许可频率载波(例如,许可的4G LTE和/或5G NR频率)与一个或多个非许可载波(例如,非许可的WiFi频率)聚合在一起。

[0177] 如图34所示,通信链路不仅包括UE和基站之间的通信链路,而且包括UE到UE通信以及基站到基站通信。例如,通信网络410可以实现为支持(例如,在移动设备412g和移动设备412f之间)自-前传(self-fronthaul)和/或自回传(self-backhaul)。

[0178] 通信链路可以在各种各样的频率上运行。在某些实施方式中,在一个或多个小于6千兆赫(GHz)的频带上和/或在大于6GHz的一个或多个频带上,使用5G NR技术支持通信。根据某些实施方式,通信链路可以服务于频率范围1(FR1)、频率范围2(FR2)或其组合。根据本文披露的任何合适的原理和优点的声波滤波器可以滤波FR1内的射频信号。在一实施例中,移动设备中的一个或多个支持HPUE功率等级规范。

[0179] 在某些实施方式中,基站和/或用户设备使用波束成形进行通信。例如,波束成形可用于集中信号强度以克服路径损失,诸如与在高信号频率上的通信有关联的高损失。在某些实施例中,用户设备,诸如一个或多个移动电话,使用波束成形在30GHz至300GHz范围内的毫米波频带和/或6GHz至30GHz,或更具体地说,24GHz至30GHz范围内的厘米波频率上进行通信。

[0180] 通信网络410的不同用户可以以各种各样的方式分享可用的网络资源,诸如可用的频谱。在一个示例中,频分多址(frequency division multiple access,FDMA)被用来将频带分成多个频率载波。此外,一个或多个载波被分配给特定的用户。FDMA的示例包括,但不限于,单载波FDMA(frequency division multiple access,SC-FDMA)和正交FDMA(orthogonal FDMA,OFDMA)。OFDMA是一种多载波技术,其将可用带宽细分为多个相互正交的窄带子载波,可分别分配给不同用户。

[0181] 共享接入的其他示例包括但不限于:时分多址(time division multiple access,TDMA),其中用户被分配用于使用频率资源的特定时隙;码分多址(code division multiple access,CDMA),其中通过给每个用户分配唯一的代码在不同用户之间共享频率资源;空分多址(space-divisional multiple access,SDMA),其中使用波束成形以通过空间划分提供共享接入;以及非正交多址(non-orthogonal multiple access,NOMA),其中功率域被用于多址接入。例如,NOMA可用于以相同的频率、时间和/或代码、但不同的功率级为多个用户提供服务。

[0182] 增强型移动宽带(Enhanced mobile broadband,eMBB)是指用于增长LTE网络的系

统容量的技术。例如，eMBB可以指峰值数据速率至少10Gbps且每个用户最低100Mbps的通信。超可靠低延迟通信(Ultra-reliable low latency communication,uRLLC)是指延迟极低的通信技术，例如，低于3毫秒。uRLLC可用于诸如自动驾驶和/或远程手术应用的关键任务的通信。大规模机器型通信(Massive machine-type communication,mMTC)是指与日常对象的无线连接有关联的低成本和低数据速率的通信，诸如与物联网(IoT)应用有关联的通信。

[0183] 图34的通信网络410可用于支持各种各样高级通信特征，包括但不限于eMBB、uRLLC和/或mMTC。

[0184] 以上描述的任何实施例都可以与诸如蜂窝式手机的移动设备一起实施。各实施例的原理和优点可用于任何系统或装置，诸如任何上行链路无线通信装置，其可从本文所述的任何实施例中受益。本文的教导适用于各种系统。尽管本申请内容包括一些示例实施例，但本文所教导的可应用于各种结构。本文讨论的任何原理和优点都可以与RF电路一起实现，其中RF电路配置为处理频率范围从约30kHz到300GHz(诸如频率范围从约450MHz到5GHz、频率范围从约450MHz到8.5GHz、或频率范围从约450MHz到10GHz)的信号。

[0185] 本申请的各方面可以在各种电子设备中实现。电子设备的示例可以包括但不限于消费类电子产品、诸如封装的RF模块的消费类电子产品的部件、上行无线通信设备、无线通信基础设施、电子测试设备等。电子设备的示例可以包括但不限于，诸如智能电话的移动电话、诸如智能手表或耳塞的可穿戴计算设备、电话、电视、电脑显示器、电脑、调制解调器、手持电脑、笔记本电脑、平板电脑、微波炉、冰箱、诸如汽车电子系统的车辆电子系统、立体声系统、数字音乐播放器、收音机、诸如数码相机的照相机、便携式存储芯片、洗衣机、烘干机、洗衣机/烘干机、复印机、传真机、扫描仪、多功能外围设备、手表、时钟等。此外，这些电子设备可以包括未完成的产品。

[0186] 除非上下文另有说明，否则在整个说明书和权利要求书中，与排他或排他意义相反地，单词“包括”、“包括了”、“包含”、“包含了”和类似单词以包括性意义来理解；也就是说，在“包括，但不限定于”的意义中。除非另外说明或在上下文内理解而使用，本文使用的条件语言诸如，其中，“可”“可能”“可(might)”“可以”“例”“例如”“诸如”和类似语言通常旨在表达某些实施例包括而其它实施例不包括某些特征、元件和/或状态。如本文通常使用的，单词“耦接”指的是两个或更多元件可直接连接或通过一个或多个中间元件的方式连接。类似地，如本文通常使用的，单词“连接”指的是两个或更多元件两个或更多元件可直接连接或通过一个或多个中间元件的方式连接。另外，当在本申请中适用，单词“本文中”、“以上”、“以下”和相似含义的单词，应该指的是作为整体的本申请而非本申请的任意特定部分。当上下文允许时，在使用单数或复数的以上详细说明的单词也可分别包括单数或复数。

[0187] 尽管已描述了某些实施例，但是这些实施例仅以示例的方式呈现，且并非旨在限定本申请的范围。实际上，本文说明的新型谐振器也可以各种其它行使而实现。此外，可以以本文描述的谐振器的形式来作出各种省略、替换和改变而不偏离本申请的精神。上述各种实施例的元件和/或行为的任何合适组合可以被组合起来，以提供进一步的实施例。所附的权利要求和其等效物旨在覆盖会落入本申请的范围和精神的形式或修改。

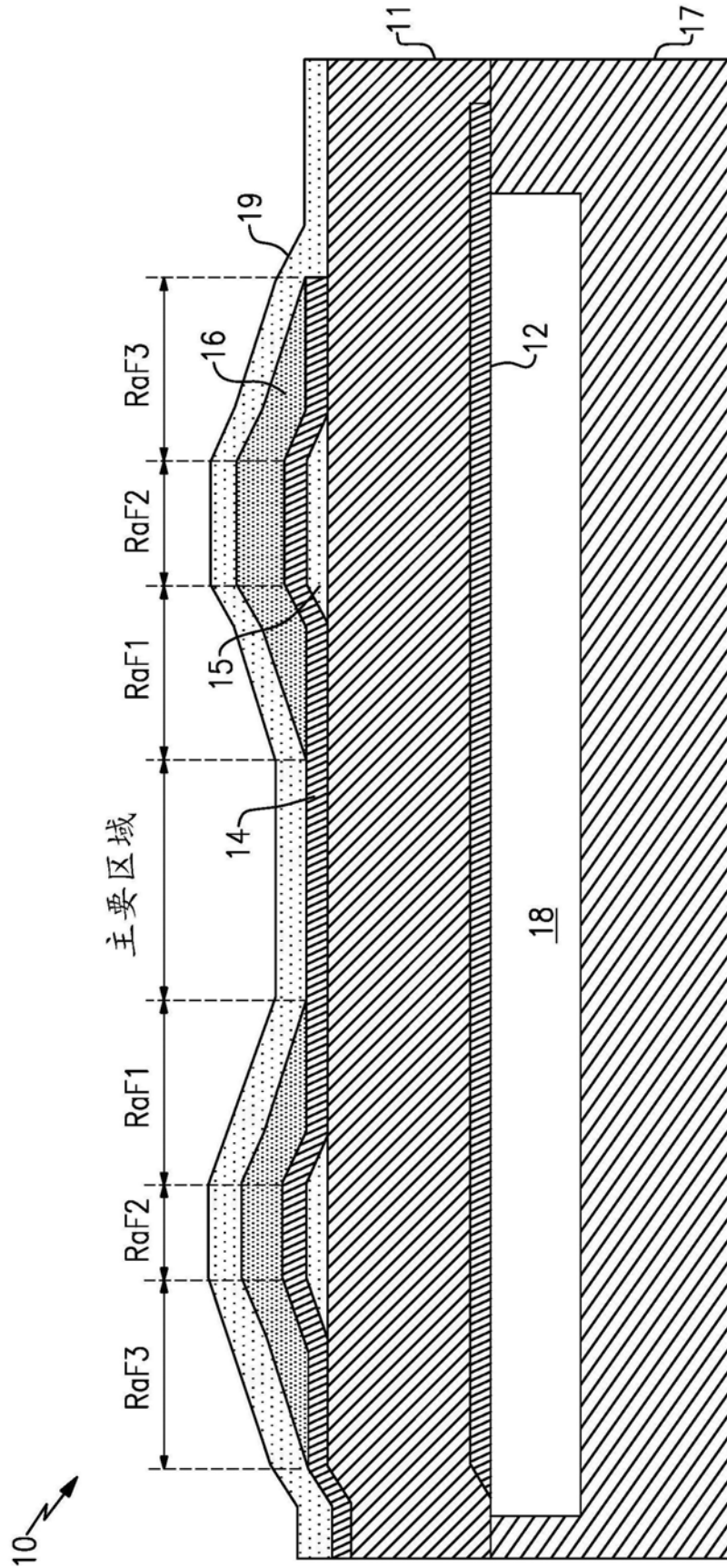


图1

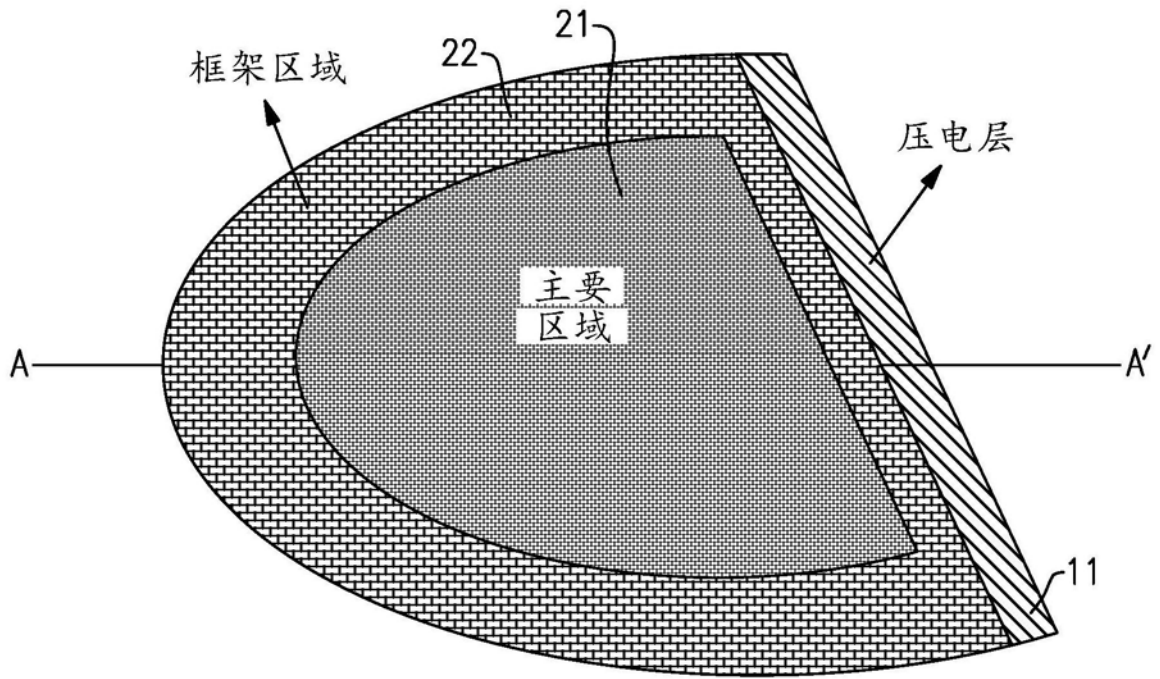


图2A

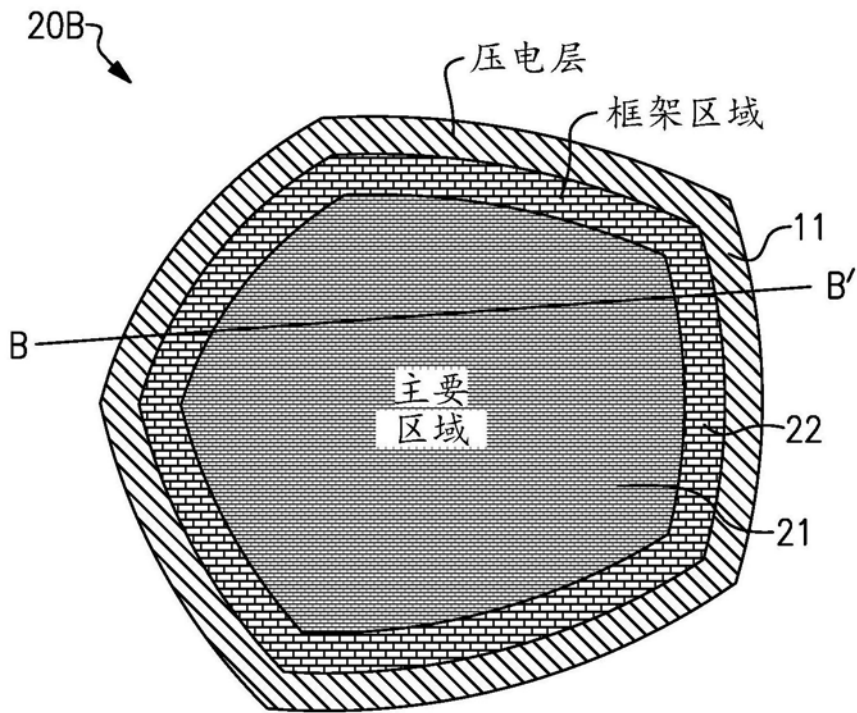


图2B

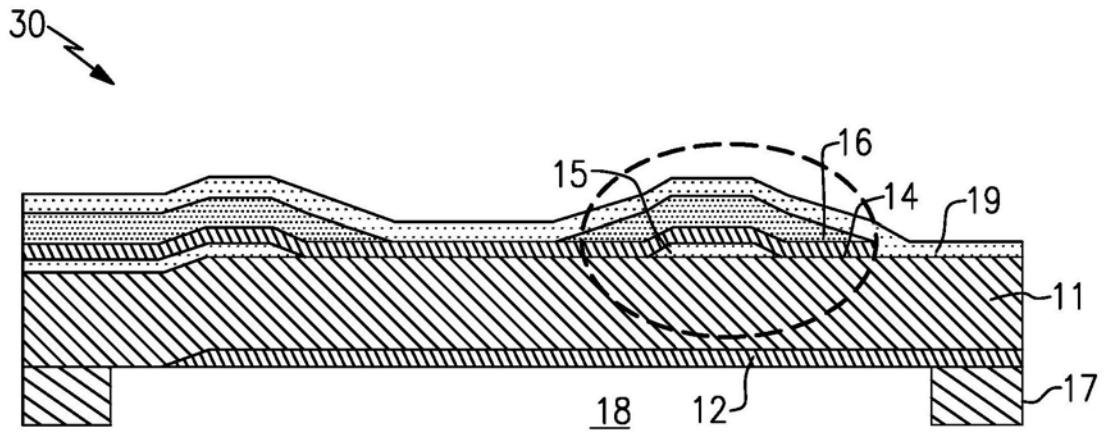


图3A

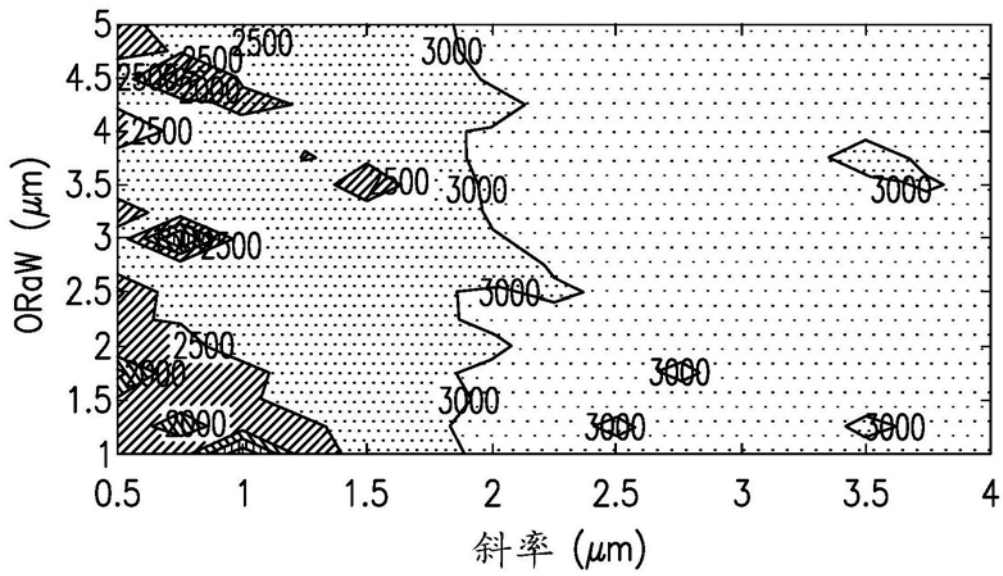


图3B

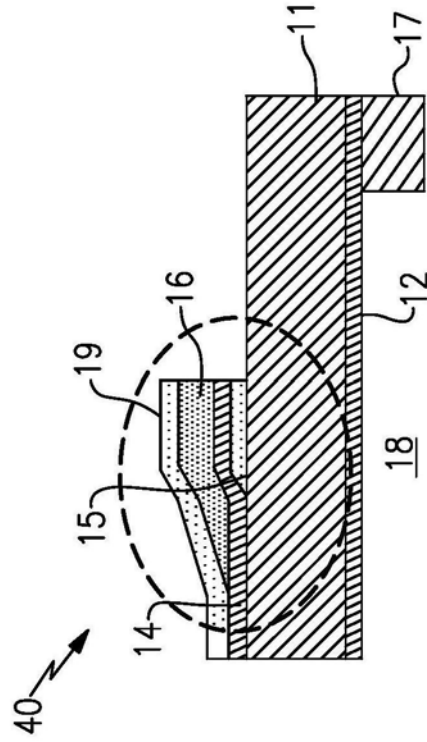


图4A

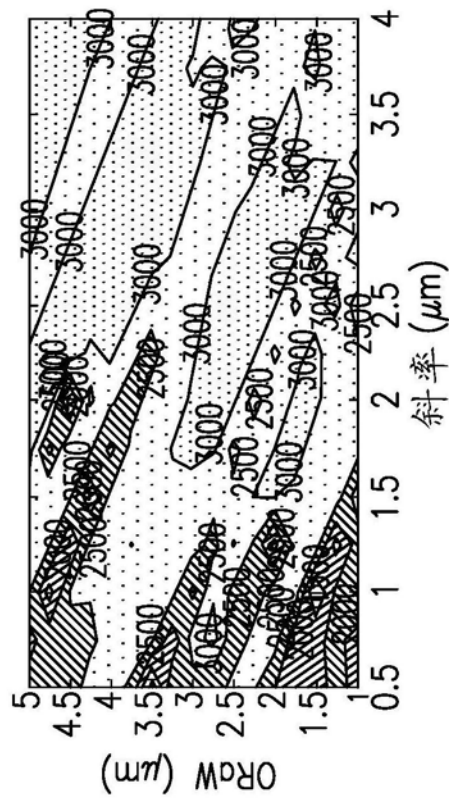


图4B

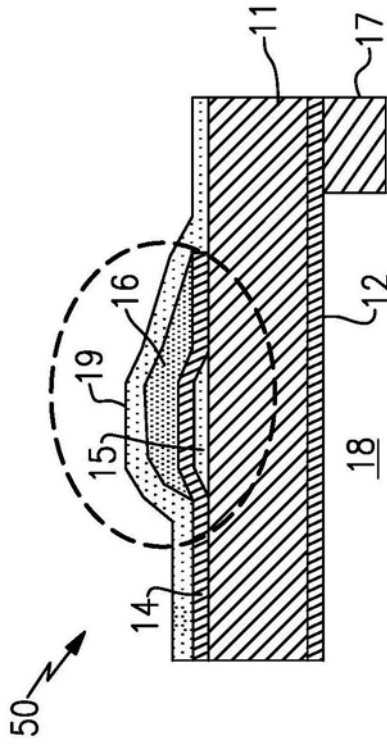


图5A

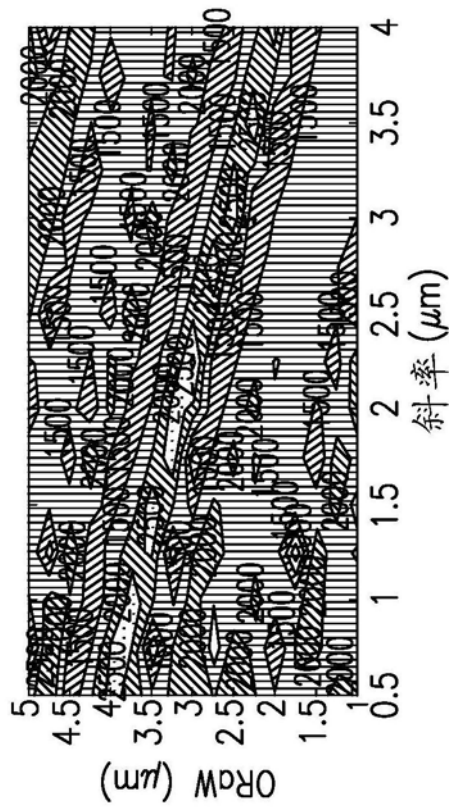


图5B

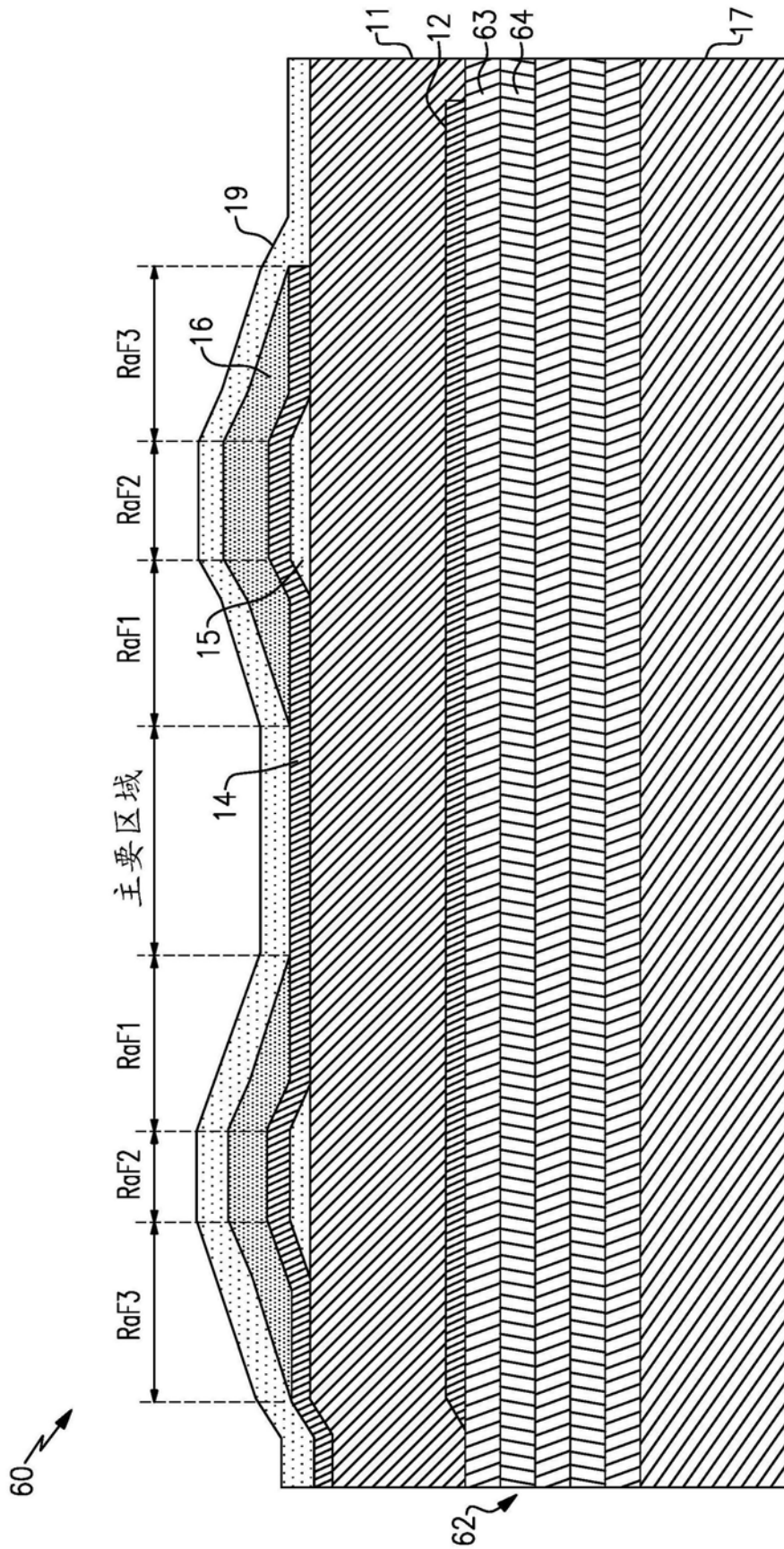


图6

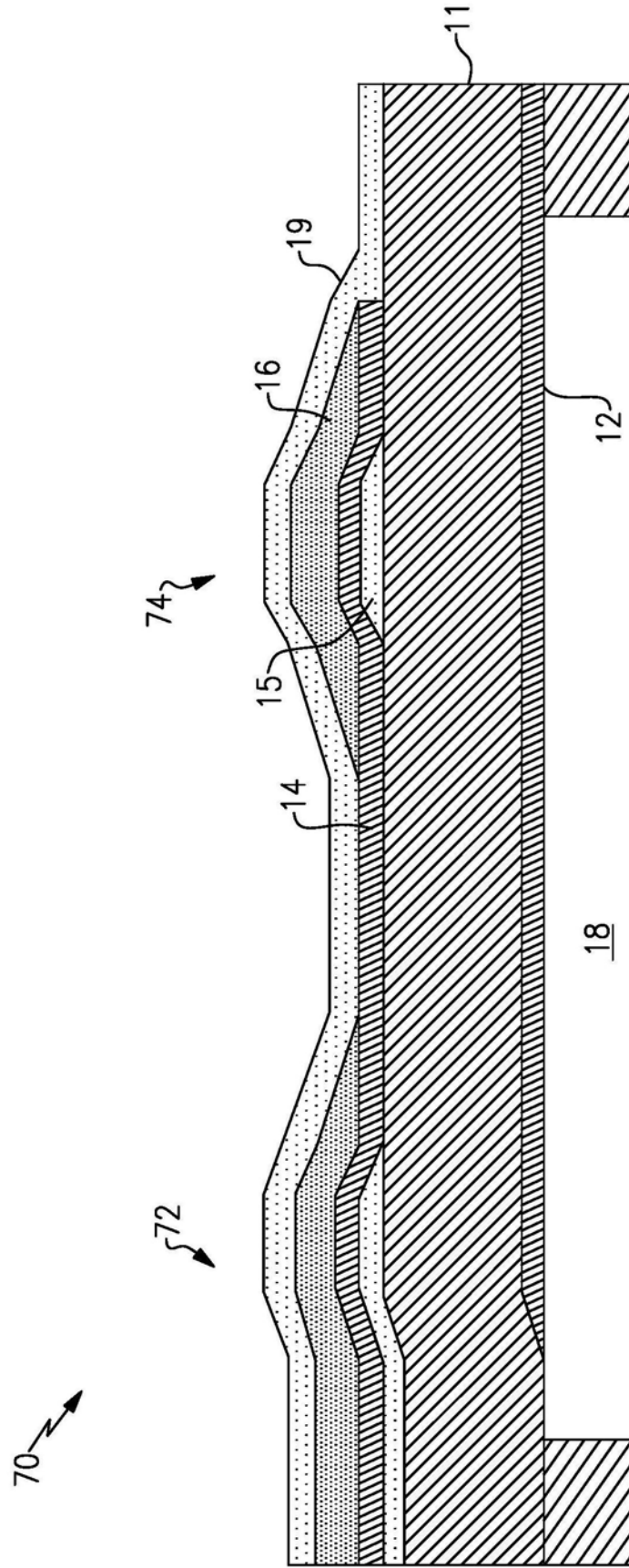


图7

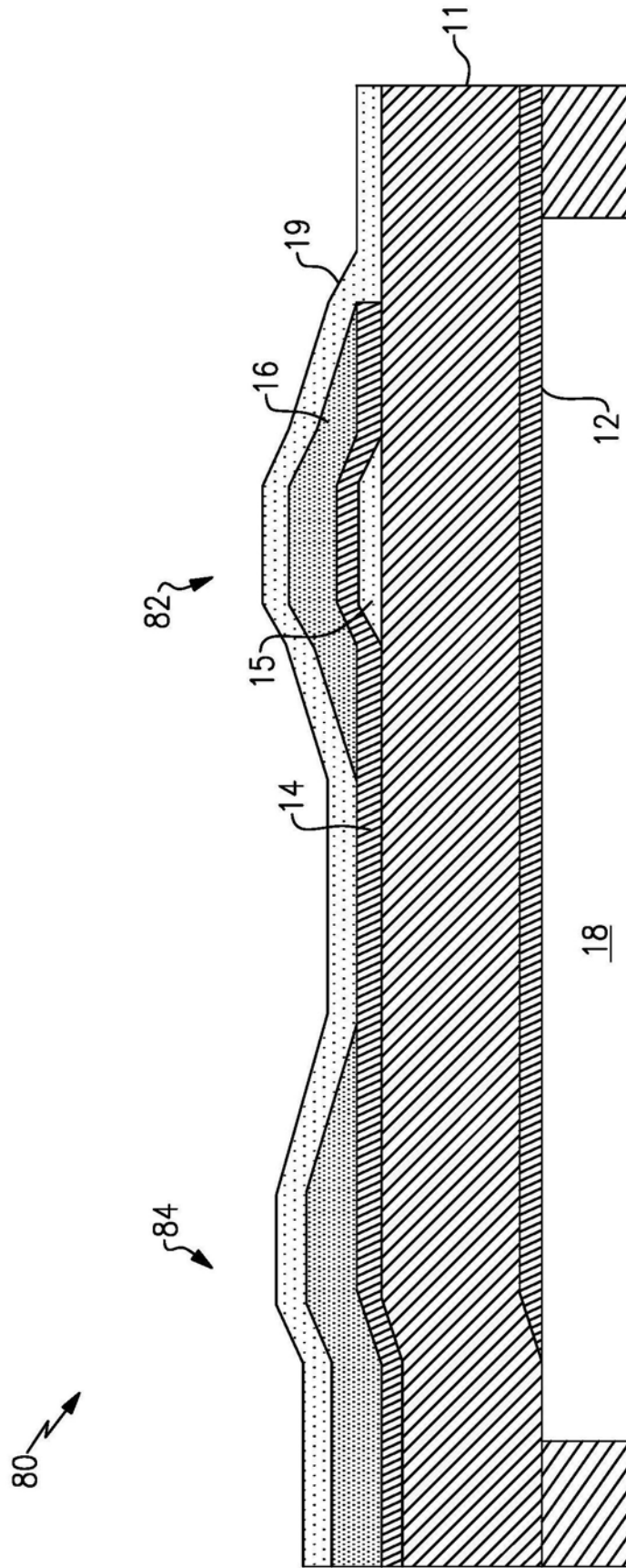


图8

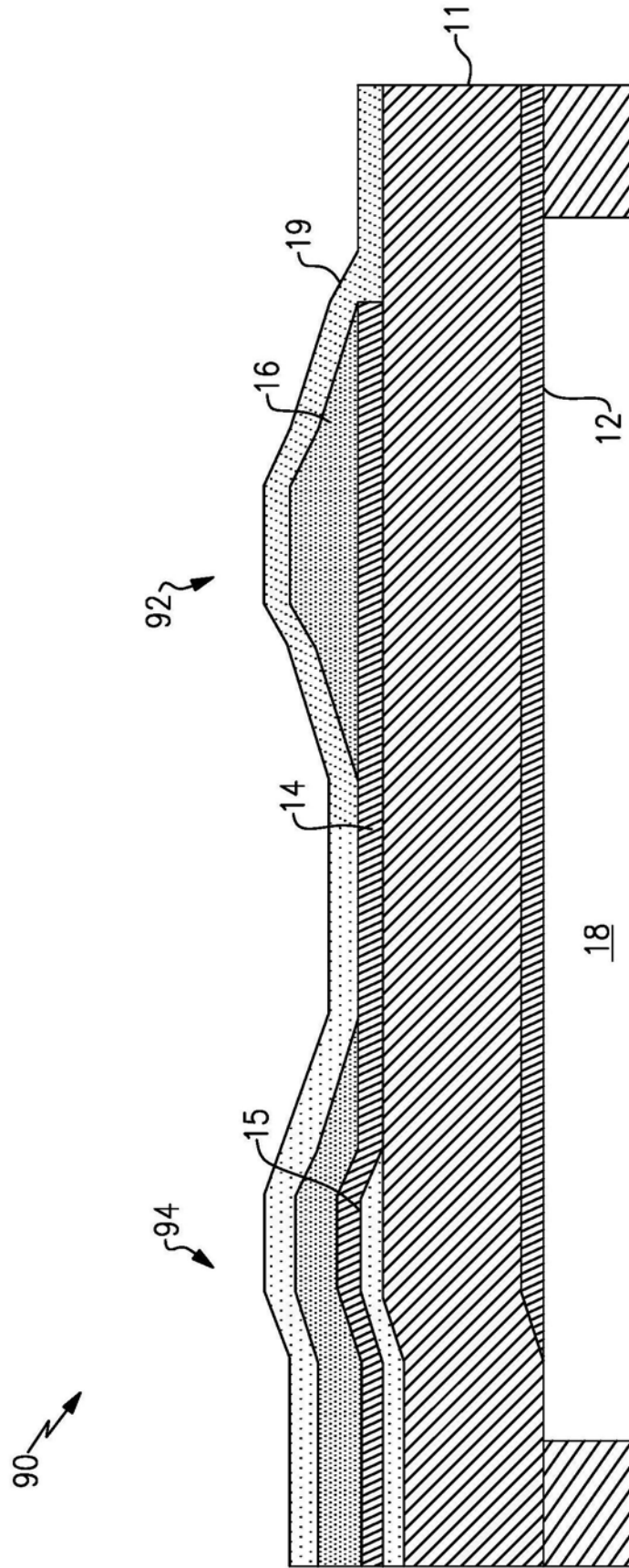


图9

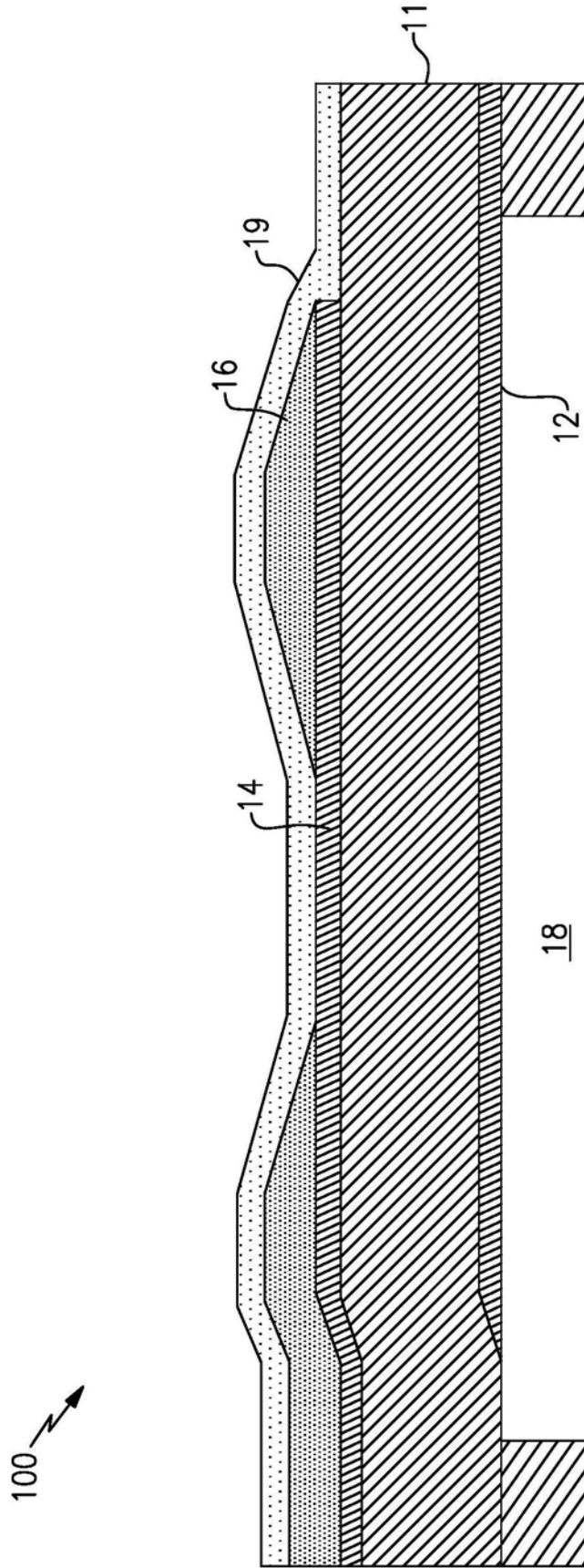


图10

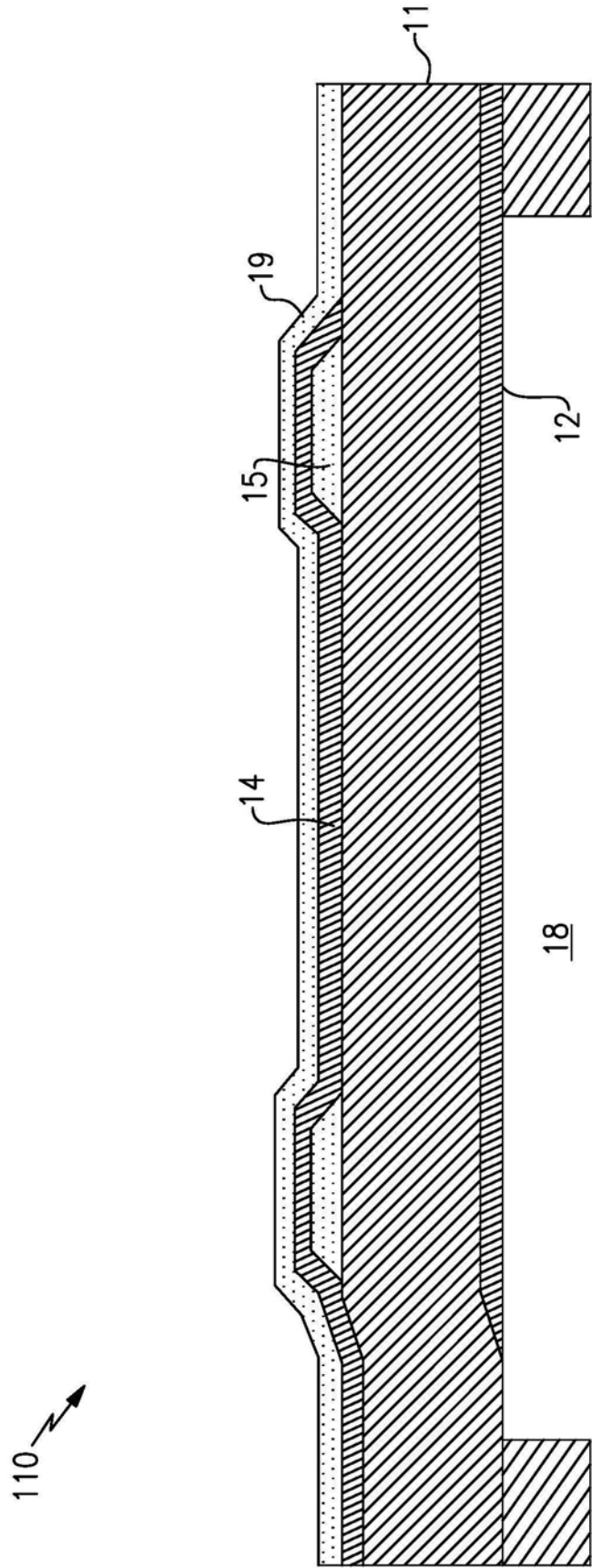


图11

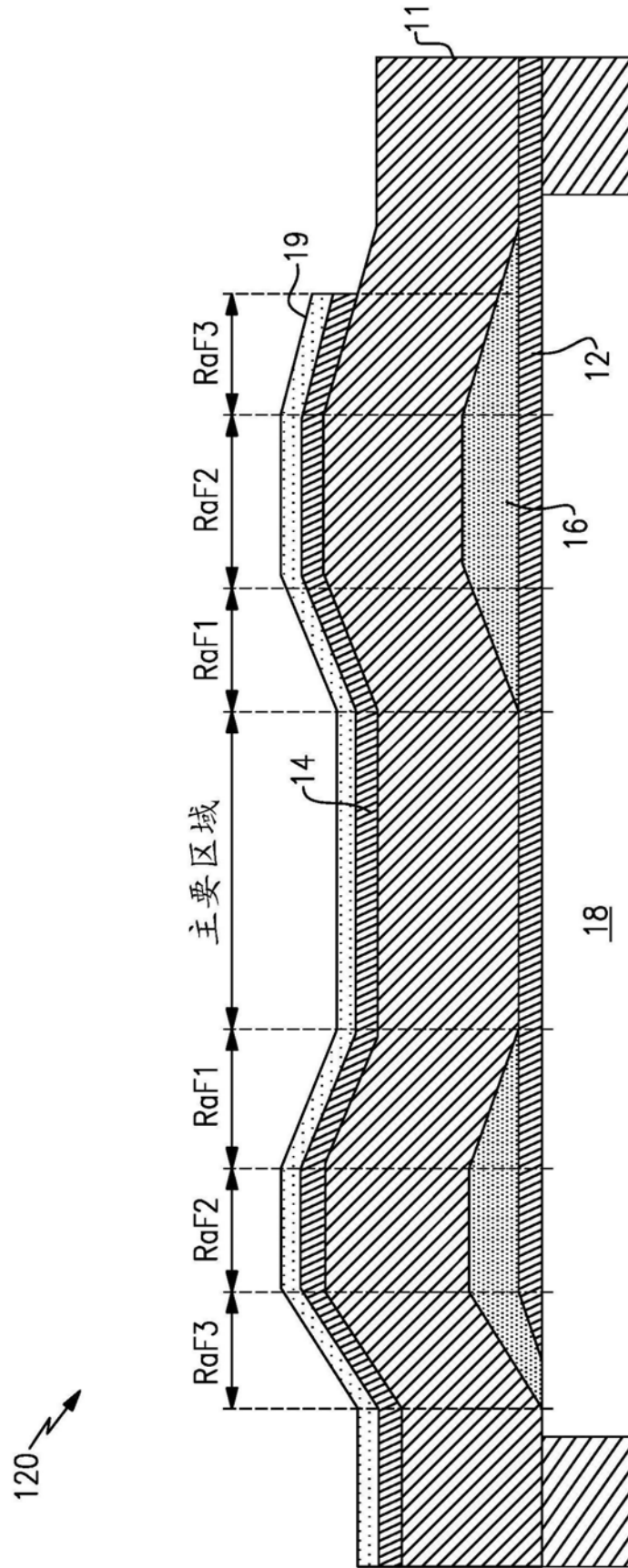


图12

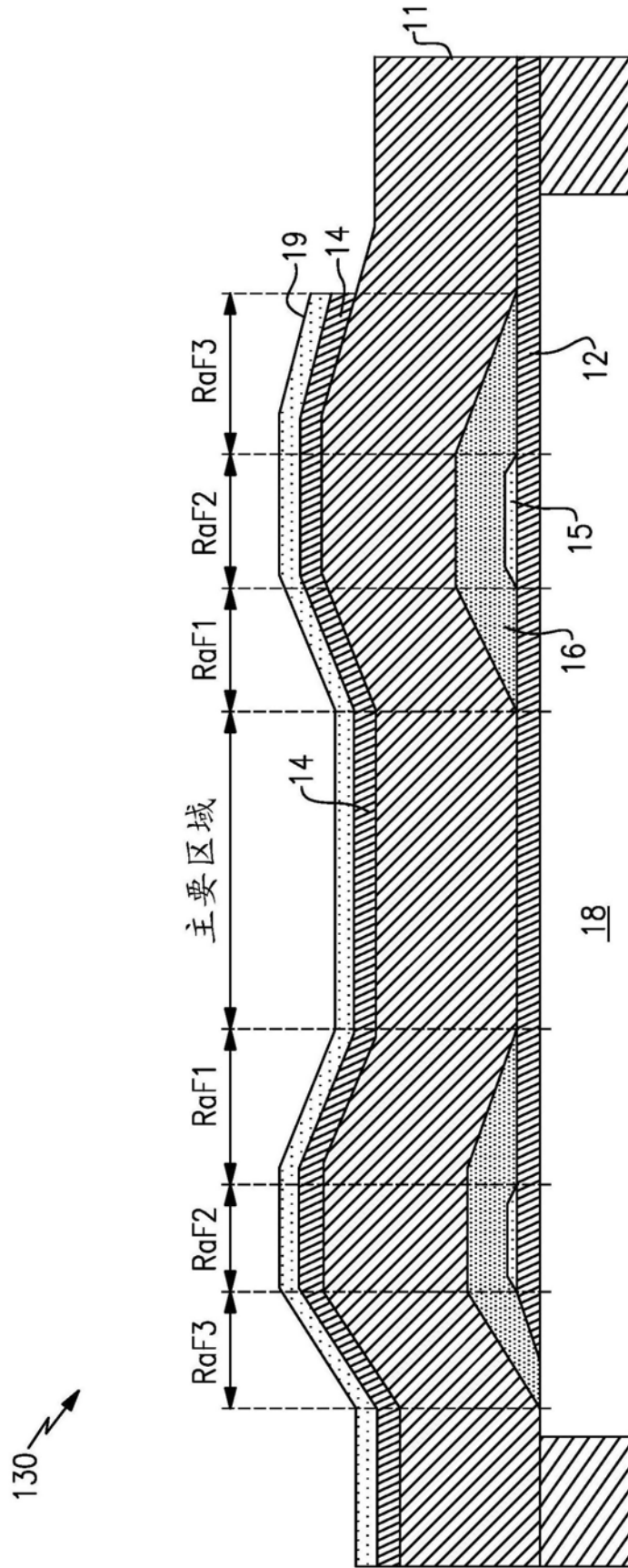


图13

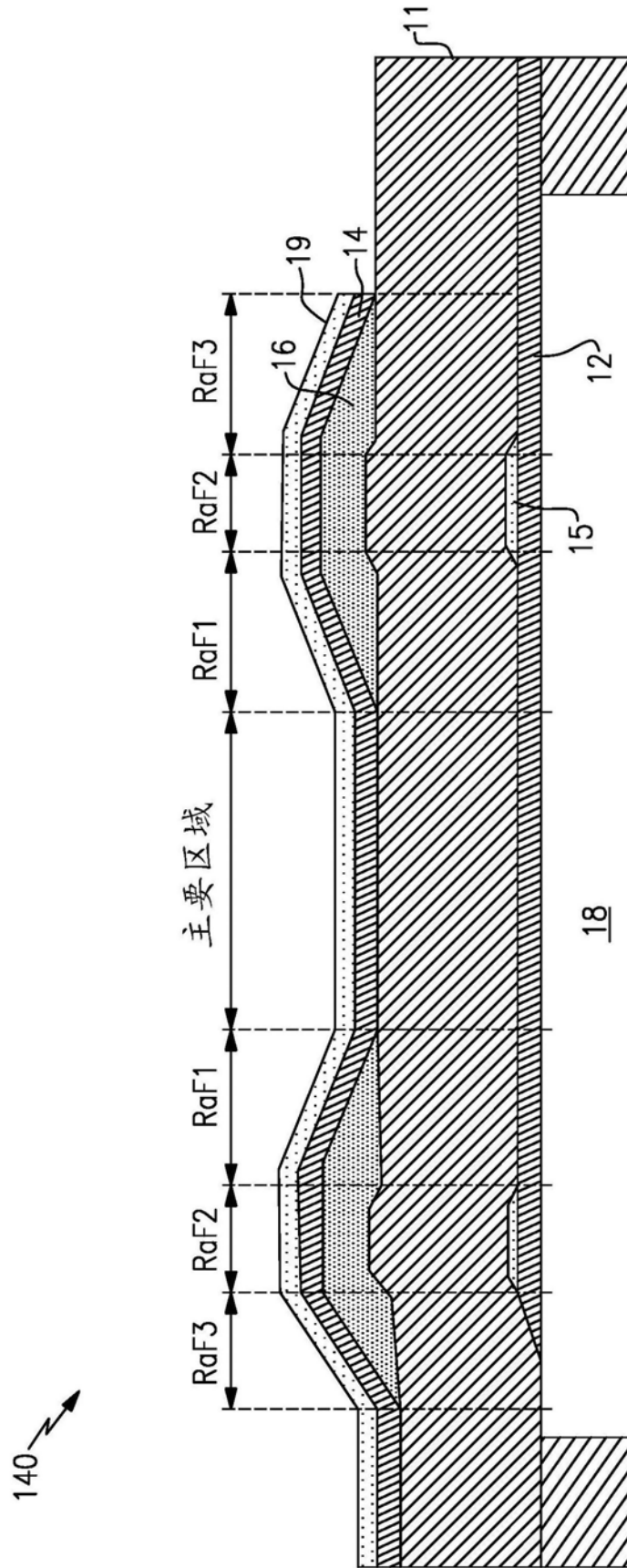


图14

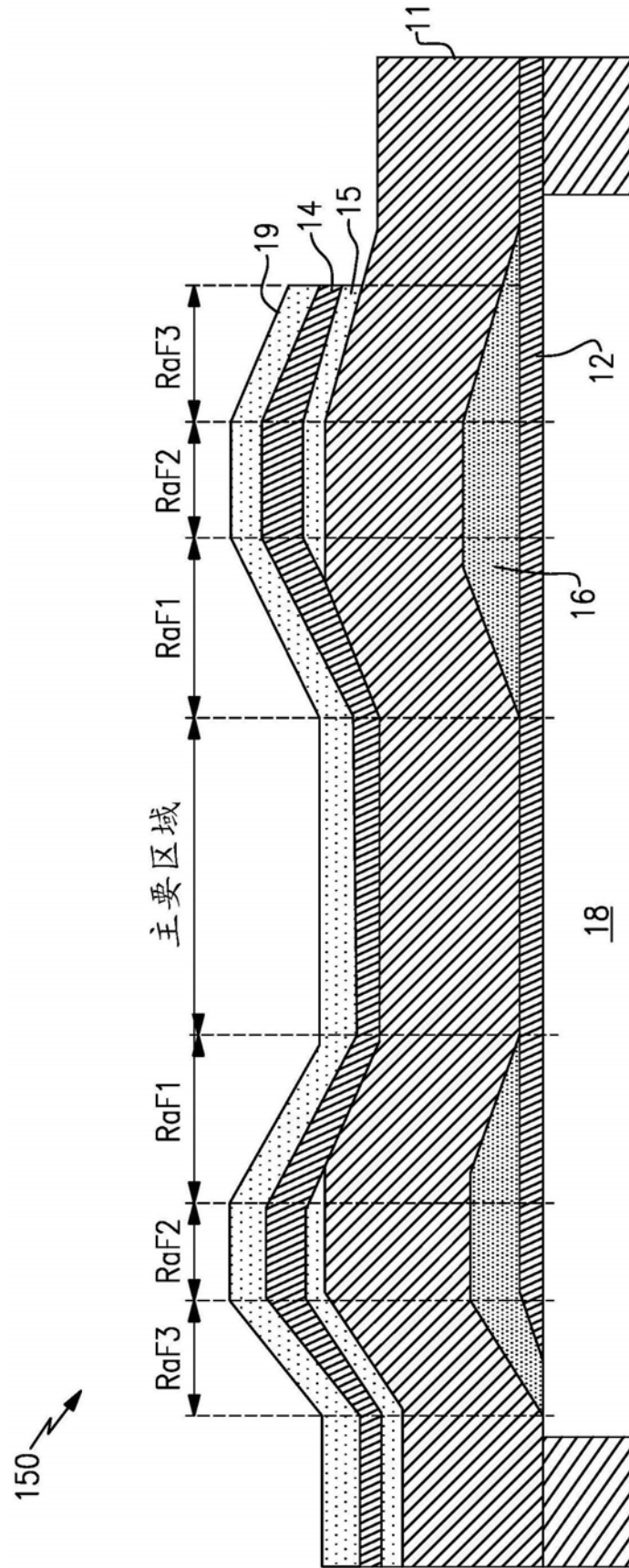


图15

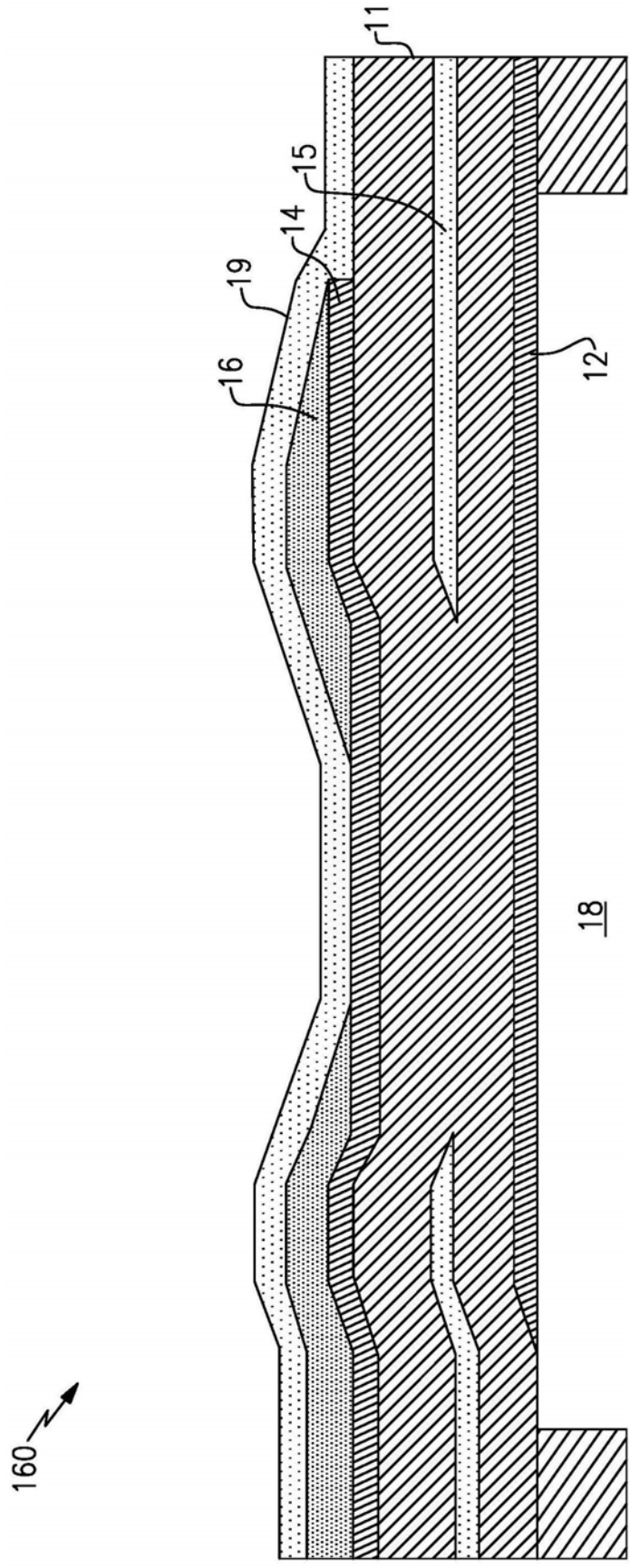


图16

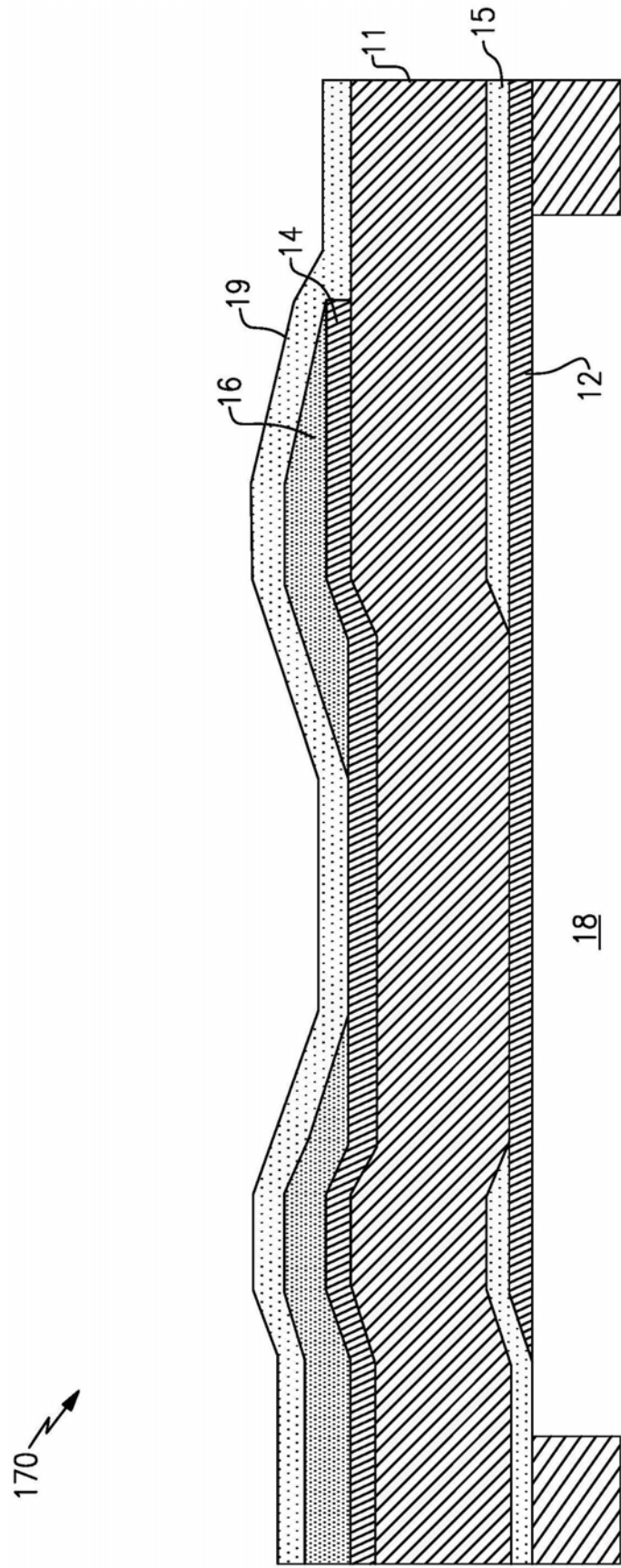


图17

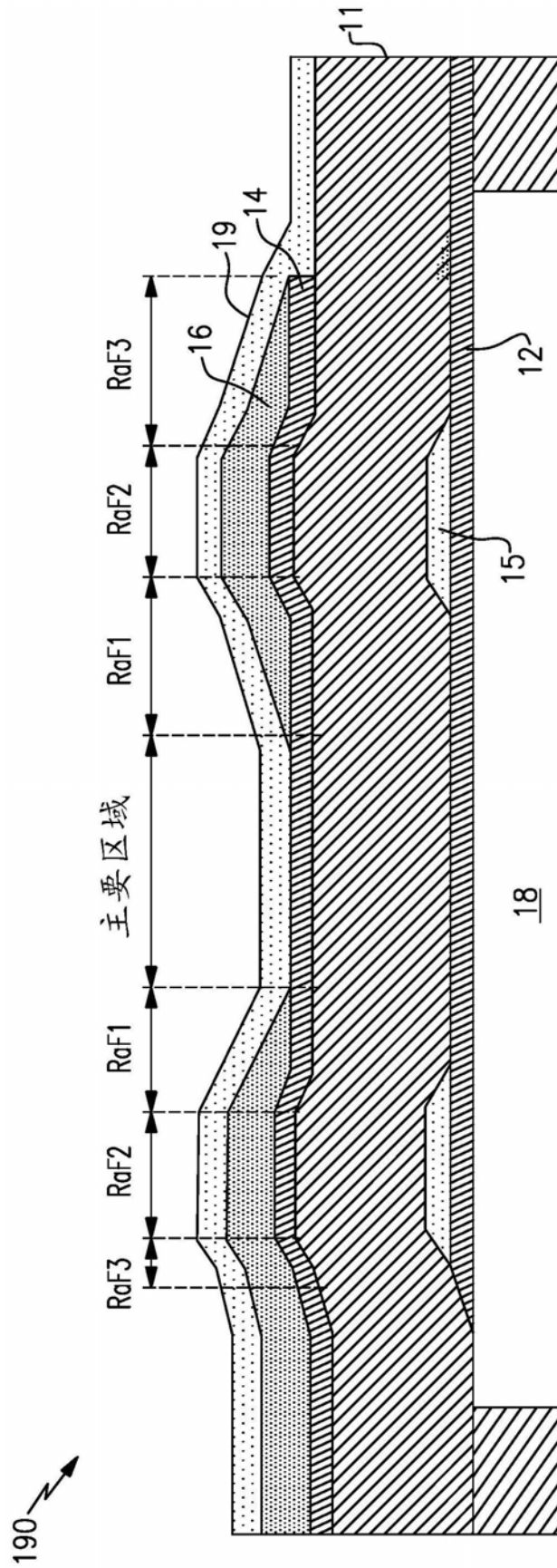


图19

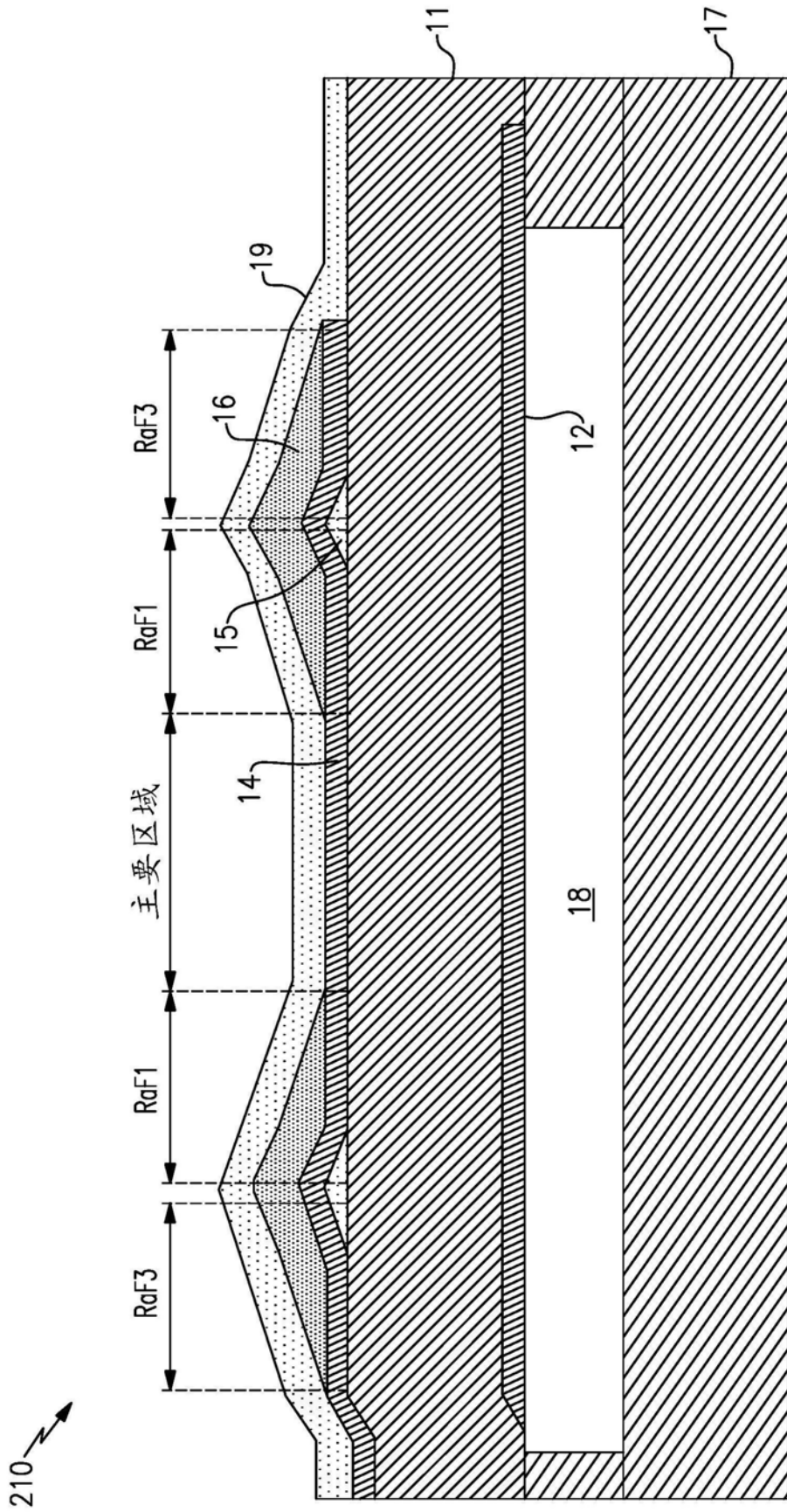


图21

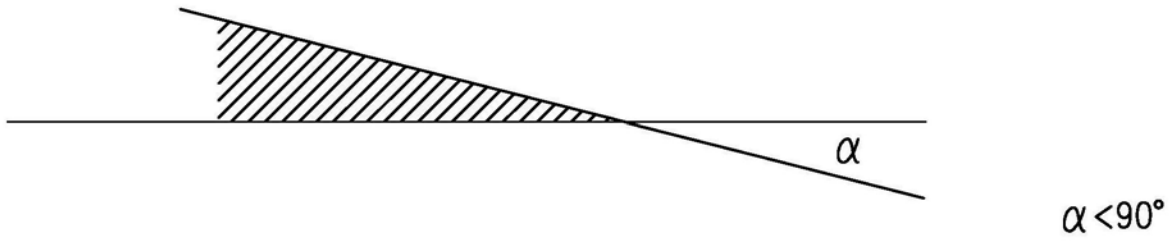


图22

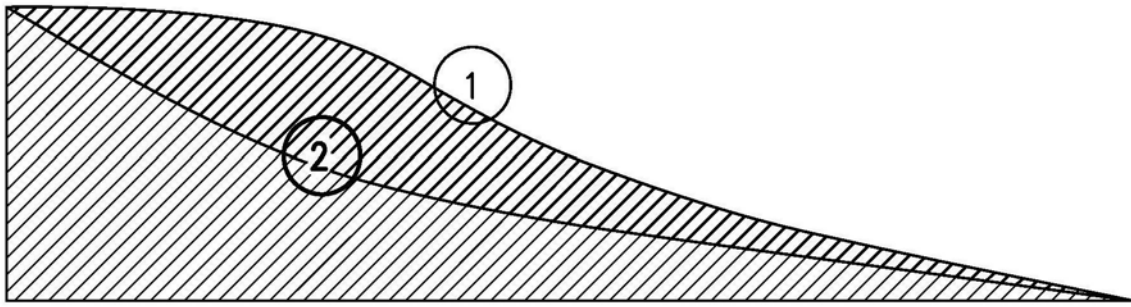


图23

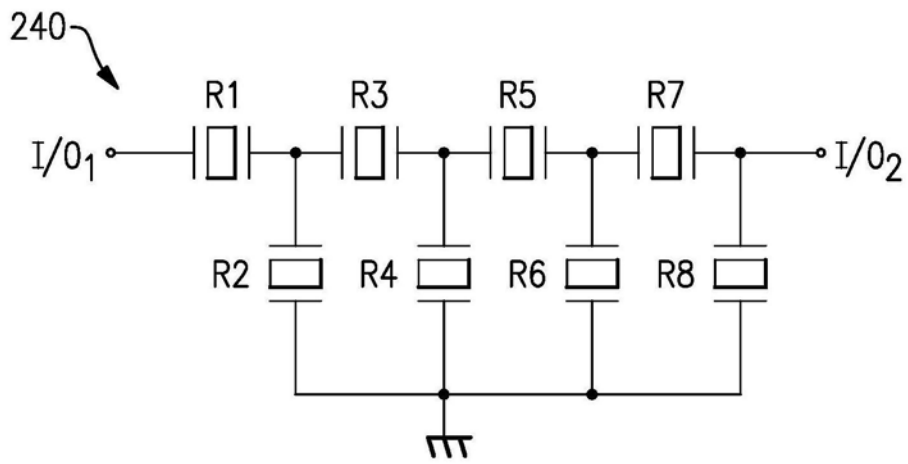


图24

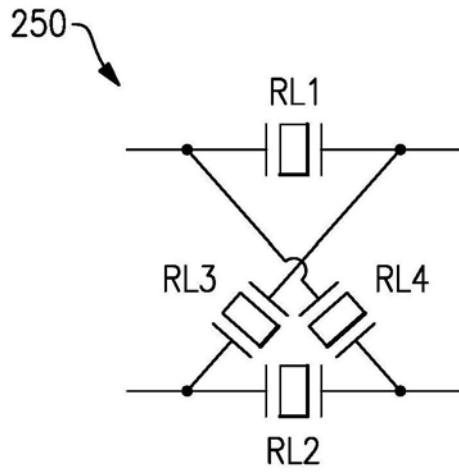


图25

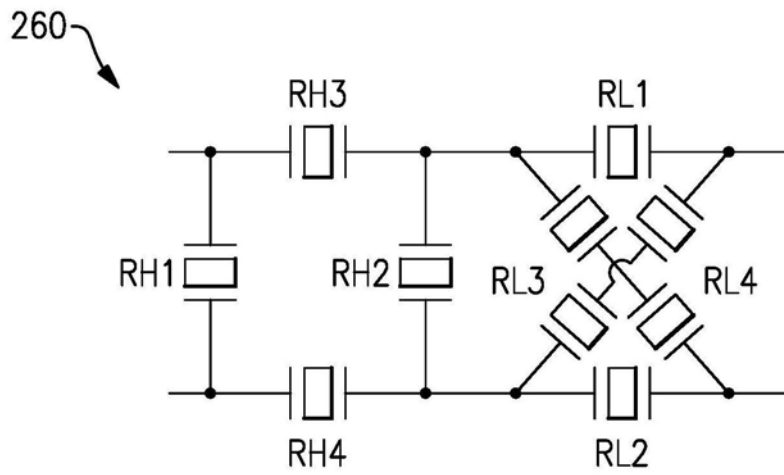


图26

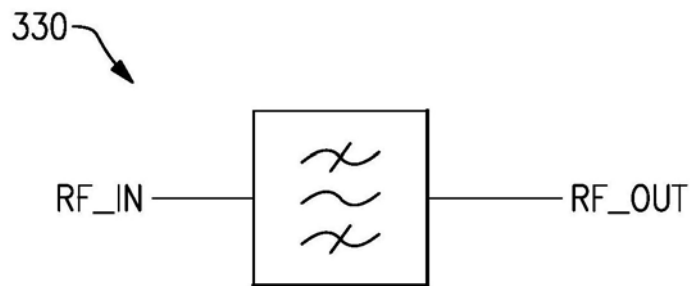


图27A

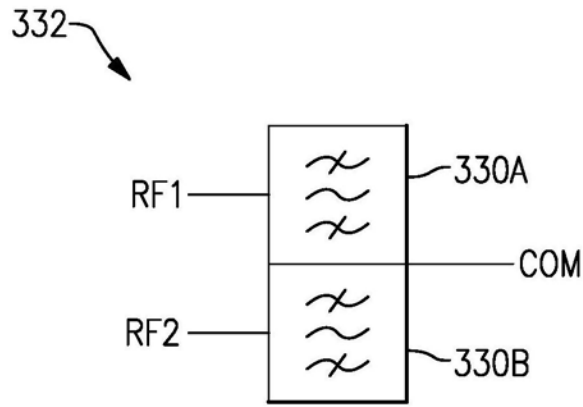


图27B

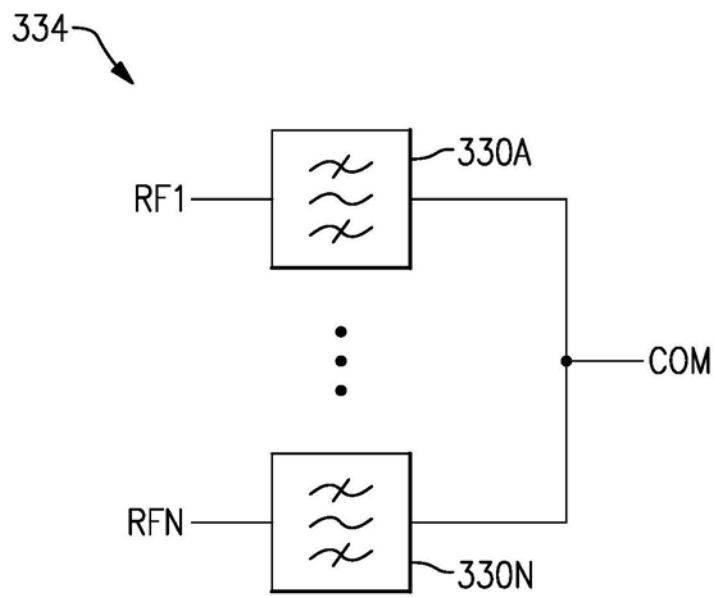


图27C

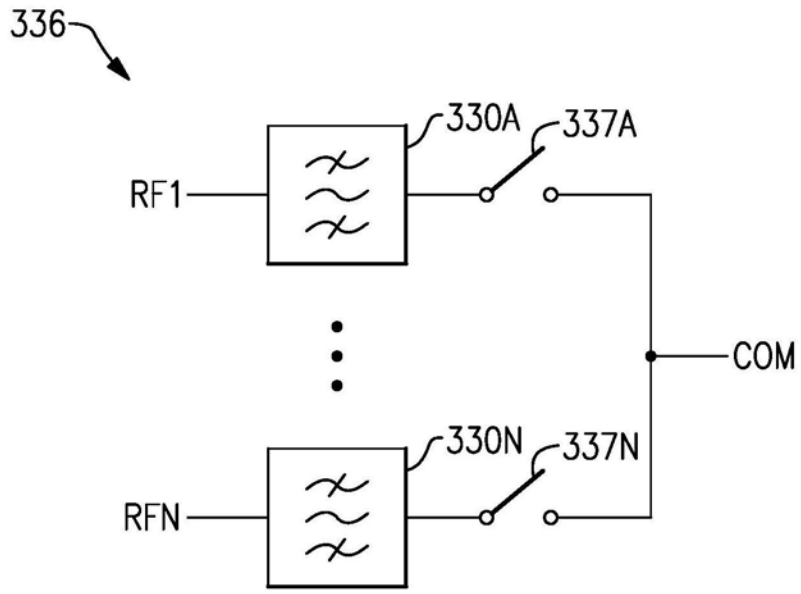


图27D

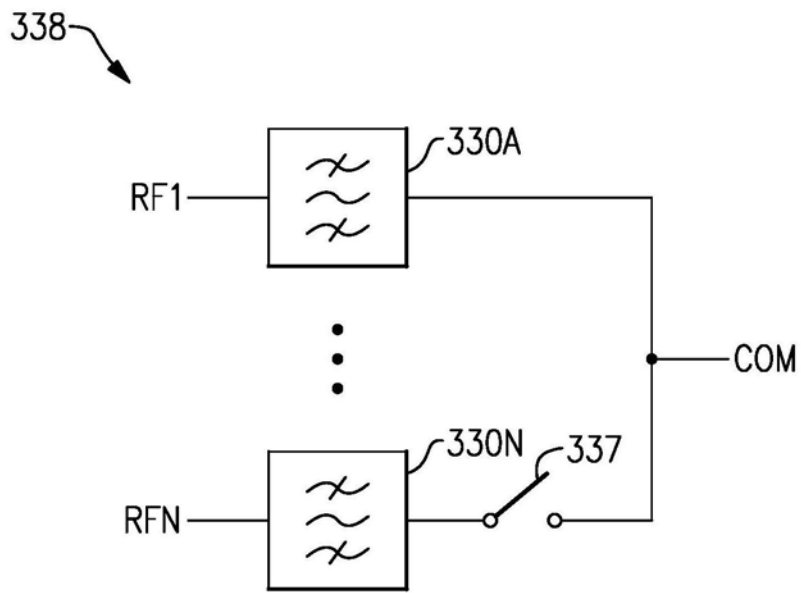


图27E

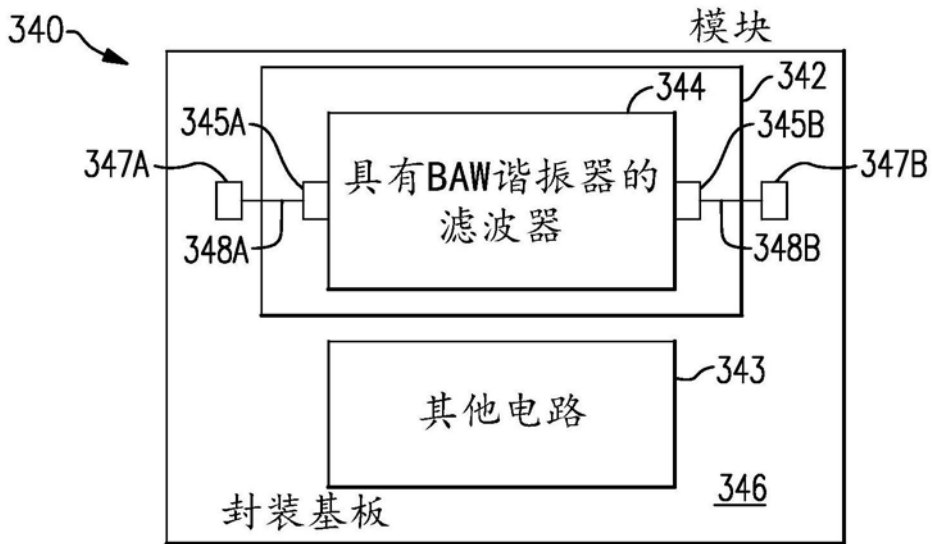


图28

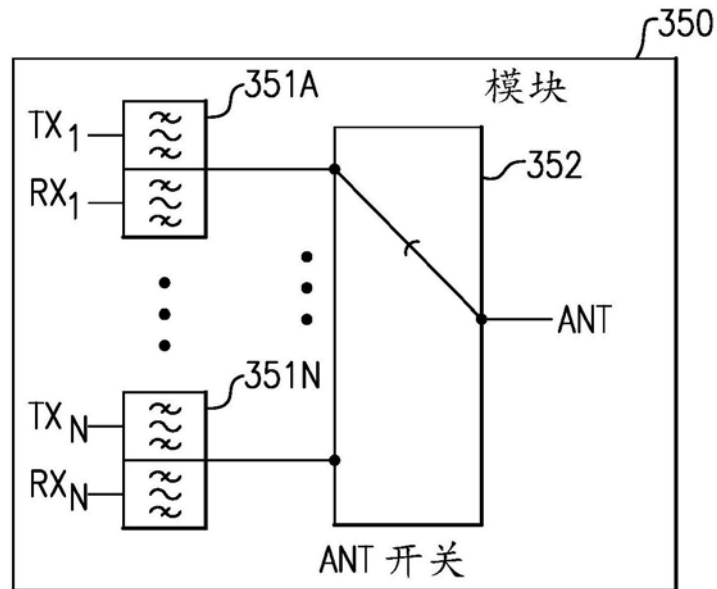


图29

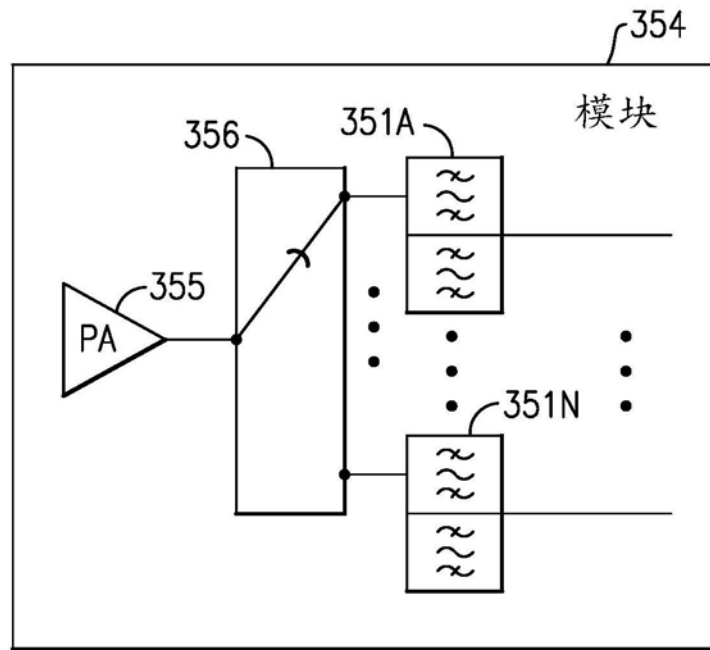


图30

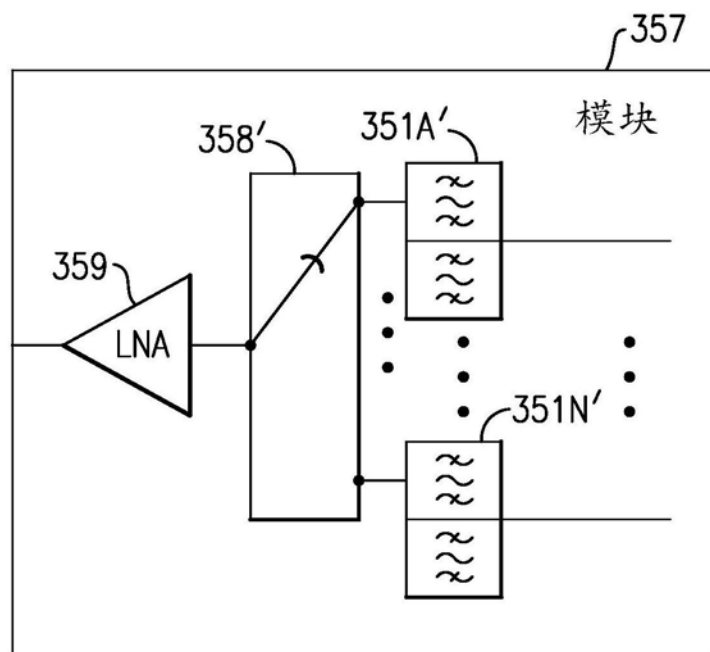


图31

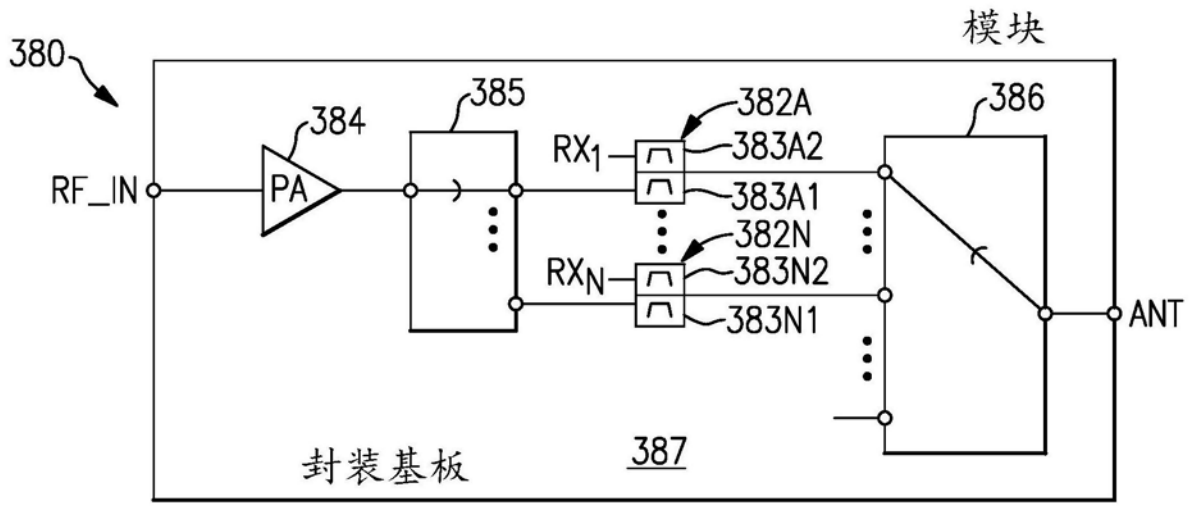


图32

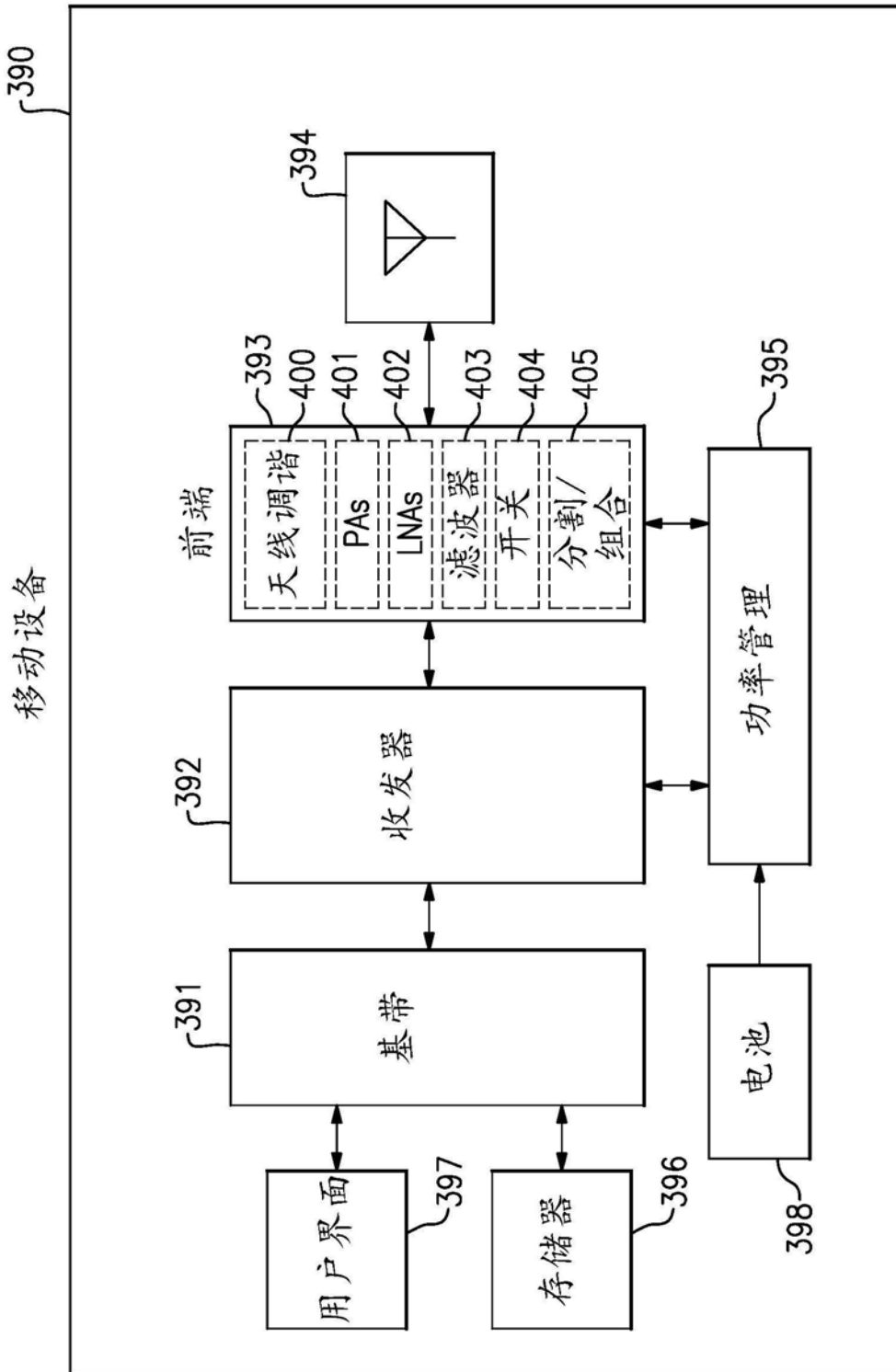


图33

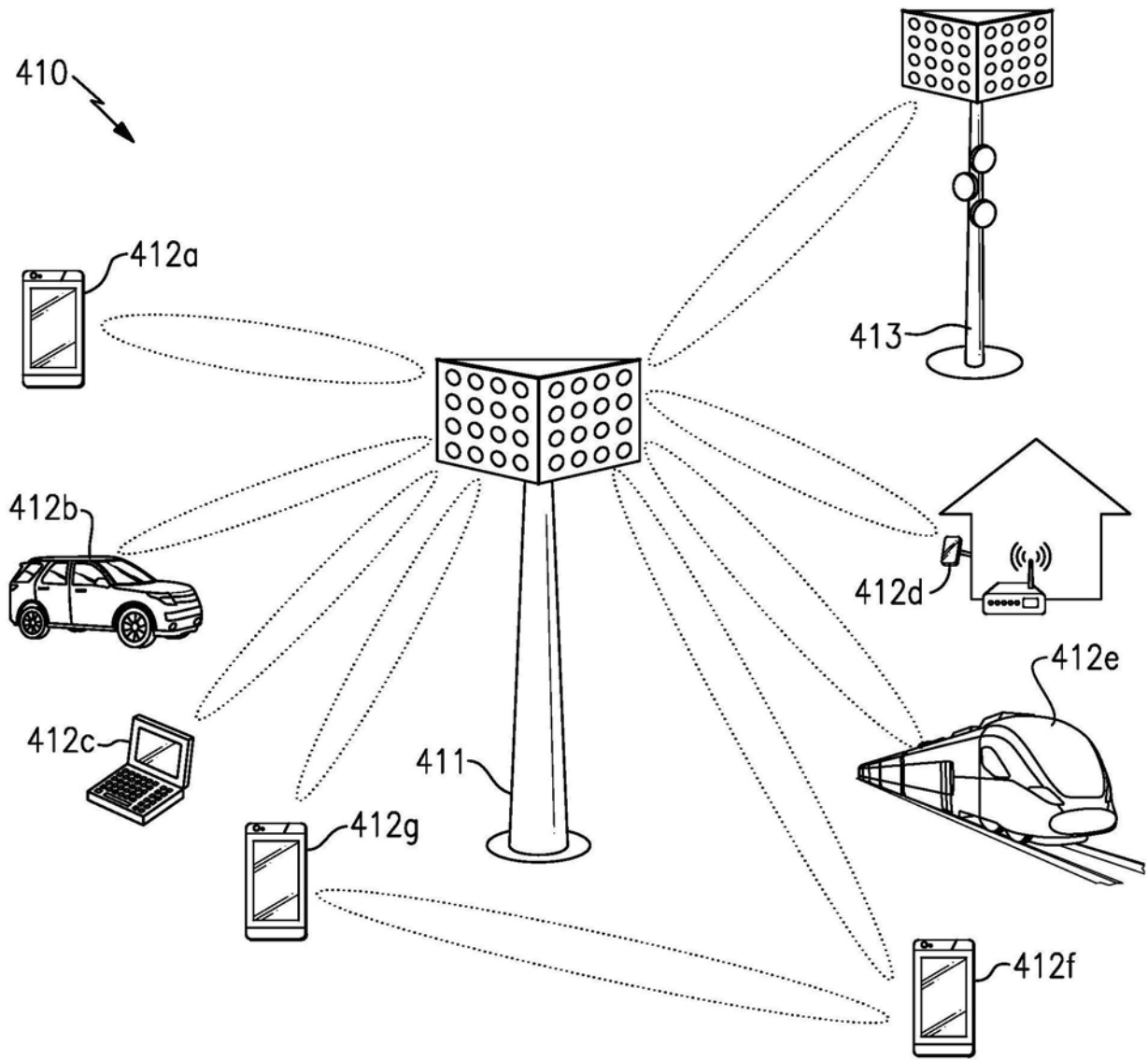


图34

Abstract

Aspects of this disclosure relate to a bulk acoustic wave device with a multi-gradient raised frame. The bulk acoustic wave device includes a first electrode, a second electrode, a piezoelectric layer positioned between the first electrode and the second electrode, and a multi-gradient raised frame structure configured to cause lateral energy leakage from a main acoustically active region of the bulk acoustic wave device to be reduced. The multi-gradient raised frame structure is tapered on opposing sides.