



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109642960 A

(43)申请公布日 2019.04.16

(21)申请号 201780051778.7

(74)专利代理机构 北京金思港知识产权代理有限公司 11349

(22)申请日 2017.05.19

代理人 邵毓琴

(30)优先权数据

15/190,329 2016.06.23 US

(51)Int.Cl.

G01V 3/08(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

G01B 7/004(2006.01)

2019.02.22

H01F 37/00(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

H03K 17/96(2006.01)

PCT/CA2017/050606 2017.05.19

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/219124 EN 2017.12.28

(71)申请人 1004335安大略地铁广告经营公司

地址 加拿大安大略省

(72)发明人 艾伯特·M·戴维

格奥尔基·帕夫洛夫

罗伯特·唐纳德·麦卡洛克

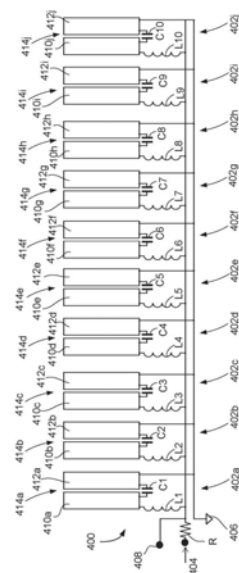
权利要求书3页 说明书16页 附图17页

(54)发明名称

触摸传感器装置和方法

(57)摘要

普通电容式触摸传感器可以具有在触摸传感器的基板层或片上从边缘到边缘的二维透明导电条阵列。根据一些方面,提供了一种电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置包括基板层和群组谐振电路。每个谐振电路包括电极,并且每个谐振电路具有在群组谐振电路内唯一的相应谐振频率。谐振电路的电极分布在基板层上。还提供了一种用于触摸传感器的控制器,所述控制器包括用于激励至少一个群组谐振电路的信号发生器,其中每个谐振电路具有相应的谐振频率。信号发生器是可调谐的以生成输入信号以激励谐振电路。控制器还包括用于测量谐振电路的响应的检测器。



1. 一种电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置包括:
基板层;以及
群组谐振电路,每个谐振电路包括至少一个相应电极,所述群组谐振电路的电极分布在所述基板层上,并且
所述群组谐振电路具有多个谐振频率。
2. 根据权利要求1所述的电容式触摸传感器装置,其中所述群组谐振电路中的每一个具有多个不同谐振频率中的相应谐振频率,所述相应谐振频率在所述群组谐振电路内是唯一的。
3. 根据权利要求1或2所述的电容式触摸传感器装置,其中对于每个所述谐振电路,所述至少一个相应电极包括至少一个电极条。
4. 根据权利要求3所述的电容式触摸传感器装置,其中所述至少一个电极条包括第一电极条和平行于所述第一电极条并与所述第一电极条间隔开的第二电极条。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置还包括信号发生器,所述信号发生器生成选择性地激励所述群组谐振电路中的每一个的谐振的信号。
6. 根据权利要求5所述的电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置还包括测量所述群组谐振电路的响应的检测器。
7. 根据权利要求6所述的电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置还包括控制所述可调谐信号发生器和所述检测器以扫描所述群组谐振电路的控制电路,所述扫描包括生成激励所述谐振电路的信号,以及测量所述群组谐振电路的响应。
8. 根据权利要求7所述的电容式触摸传感器装置,其中所述生成激励所述谐振电路的信号包括生成顺序激励所述谐振电路中的每一个的信号。
9. 根据权利要求7所述的电容式触摸传感器装置,其中
所述生成激励所述谐振电路的信号包括生成同时激励所述谐振电路中的两个或更多个的信号,并且
所述测量所述群组谐振电路的响应包括测量所述两个或更多个同时激励的谐振电路的频率响应。
10. 根据权利要求7至9中任一项所述的电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置还包括控制器,所述控制器包括所述信号发生器、所述检测器和所述控制电路,所述群组谐振电路共同连接到所述控制器的输出以接收来自所述信号发生器的信号,并且所述群组谐振电路共同连接到所述控制器的输入以便所述检测器测量所述群组谐振电路的响应。
11. 根据权利要求2所述的电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置还包括至少一个附加的群组谐振电路,所述至少一个附加的群组谐振电路中的每个谐振电路包括至少一个相应电极,所述至少一个附加的群组谐振电路的电极分布在所述基板层上,其中
对于每个所述附加的群组谐振电路,所述附加的群组谐振电路中的每个所述谐振电路具有在所述附加的群组谐振电路内唯一的相应谐振频率。
12. 根据权利要求11所述的电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置还包括:

信号发生器,所述信号发生器生成选择性地激励所述群组谐振电路中的每个谐振电路的谐振的信号;

检测所述群组谐振电路中的每一个的测量响应的检测器;以及

连接到所述信号发生器的开关电路,用于用所述信号选择性地激励所述群组谐振电路。

13. 根据权利要求12所述的电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置还包括控制电路,所述控制电路控制所述信号发生器、所述检测器和所述开关电路以扫描所述群组谐振电路中的每一个,所述扫描包括,对于每个群组谐振电路,生成激励每个相应的谐振电路的信号,以及测量所述群组谐振电路的响应。

14. 根据权利要求11至13中任一项所述的电容式触摸传感器装置,其中所述群组谐振电路中的至少两个的谐振频率中的至少一个基本相似。

15. 根据权利要求6至10、12和13中任一项所述的电容式触摸传感器装置,其中所述检测器包括以下中的至少一种:模数转换器(ADC);和比较器。

16. 根据权利要求1至15中任一项所述的电容式触摸传感器装置,其中每个谐振电路包括具有相应电容值的相应电容器和具有相应电感值的相应电感器,所述相应电容值和所述相应电感值的组合在所述群组谐振电路内是唯一的。

17. 根据权利要求1至15中任一项所述的电容式触摸传感器装置,其中每个谐振电路包括具有相应电容值的相应电容器和具有相应电感值的相应电感器,并且所述群组谐振电路的电感器是平面电感器,每个平面电感器包括在所述基板层上的至少一个相应导体层。

18. 根据权利要求17所述的电容式触摸传感器装置,其中对于每个所述平面电感器,所述至少一个相应导体层包括至少一个螺旋形电感器线圈。

19. 一种用于包括至少一个群组谐振电路的电容式触摸传感器的方法,每个群组谐振电路具有相应的多个谐振频率,所述方法包括:

对于每个所述至少一个群组谐振电路:

生成激励相应的群组谐振电路中的每一个的谐振的信号;以及

测量所述群组谐振电路的响应。

20. 根据权利要求19所述的方法,其中所述生成包括生成在循环或跳变模式中选择性地和顺序地激励相应的群组谐振电路中的每一个的信号。

21. 一种用于包括至少一个群组谐振电路的电容式触摸传感器的控制器,每个群组谐振电路具有相应的多个谐振频率,所述控制器包括:

生成激励所述至少一个群组谐振电路中的每一个的谐振的信号的信号发生器,所述信号发生器是可调谐的以生成选择性地激励所述至少一个群组谐振电路的谐振电路的信号;以及

测量所述至少一个群组谐振电路的响应的检测器。

22. 根据权利要求21所述的控制器,所述控制器还包括控制电路,所述控制电路控制所述信号发生器和所述检测器以扫描所述至少一个群组谐振电路,

所述扫描包括,对于每个所述群组谐振电路,生成顺序地激励所述群组谐振电路的信号,以及测量所述群组谐振电路的响应。

23. 根据权利要求21所述的控制器,所述控制器还包括连接到所述信号发生器的开关

电路,用于用所述信号选择性地激励所述至少一个群组谐振电路。

24. 根据权利要求23所述的控制器,所述控制器还包括至少一个输出连接,所述控制器的每个所述至少一个输出连接用于连接到所述至少一个群组谐振电路中的相应一个的对应输入连接。

25. 根据权利要求1至15中任一项所述的电容式触摸传感器装置,其中每个谐振电路包括具有相应电容值的相应电容器和具有相应电感值的相应电感器,所述电感器和所述电容器形成谐振滤波器,

所述装置还包括,对于所述群组谐振电路中的至少一个的每一个,在所述电极和所述谐振滤波器之间串联连接的相应电容器。

触摸传感器装置和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2016年6月23日提交的美国专利申请序列号15/190,329的优先权,其全部内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开一般涉及电容式触摸感测技术,并且更具体地涉及射频(RF)触摸感测装置。

背景技术

[0004] 在可用于与计算机系统交互的各种接口中,最容易使用和理解的是触摸屏。该技术允许用户简单地触摸图标或图片以在系统中导航,显示用户正在寻找的信息以及输入数据。出于该原因,该技术广泛用于许多应用,包括台式计算机、平板电脑、移动装置、银行机、信息亭、餐馆、汽车、导航系统等。

[0005] 存在许多不同的传统触摸屏技术。这些方法包括电阻、电容、表面声波、红外和光学触摸屏技术。

[0006] 常见的电容式触摸传感器(例如,用于触摸屏)具有在触摸传感器的基板层或片上从边缘到边缘的透明导电条的二维阵列(例如,十字交叉)。多个导线将条连接到微控制器的输入。透明导电条通常由氧化铟锡(ITO)制成。替代地,可以在玻璃基板上沉积薄金属网。例如,每个导电条可以形成大约50-200pF的电容器。玻璃或塑料的保护性顶层通常将覆盖基板层和导电条。当人的手指(或具有导电表面的另一构件)施加在导电条中的一个上时,该条相对于地的电容改变,并且该电容变化是可检测的。例如,条的电容可以增加10到30pF的值。因此,通过监测每个导电条,可以确定传感器被触摸的位置。对于二维感测,可以监测垂直方向上的两组重叠的条,由此允许在二维中确定触摸的位置。触摸位置分辨率可以进一步提高,使用相邻条组的响应的相对水平计算。

[0007] 传统的电容式触摸传感器可以使用自电容或互电容。在自电容触摸传感器中,独立检测每个电极条的电容。在互电容触摸传感器中,检测两个电极条(例如,两个竖直通道)之间的互电容。例如,在水平和竖直电极的栅格中,监测水平和竖直电极的每个交叉点处的互电容。

[0008] 检测电容变化的一种方法是通过单独监测谐振电路对变化的响应。射频(RF)触摸传感器可以采用群组谐振电路,每个谐振电路包括电感器和电容器(LCR电路)。由电感器和电容器的串联或并联连接组成的这样的LCR谐振电路的性质是众所周知的。如果施加RF调制电压,则LCR谐振电路的阻抗取决于施加信号的频率。LCR谐振电路具有谐振频率,所述谐振频率是电感器的电感值和电容器的电容值的函数。当谐振电路的电容(或一对垂直电极的互电容)改变时,该电路的谐振频率也改变。因此,由于阻抗变化,可以检测谐振电路上的测试点处的电压变化。

[0009] 在基板上包括一个或多个电极条的谐振电路通常可以称为“通道”。传统的电容式

触摸传感器可以包括多个通道,每个通道具有相同的谐振频率。通常顺序扫描多个通道。扫描通常通过用谐振频率的输入信号顺序地激励通道的电极来完成。该扫描方法要求每个通道的输入单独地和独立地连接到信号源的输出,使得可以单独地和独立地激励通道。每个通道也必须单独连接到检测器的单独输入。包括信号源和检测器的控制器通常通过选择性地驱动/激励和测量通道的响应来控制扫描过程。随着传感器尺寸和/或传感器分辨率的增加,被扫描的电极和电路的数量也增加。这又增加了控制器单独连接每个通道所需的输入连接和输出连接的数量。大量连接会占据基板上的大量空间,并且还增加了触摸传感器面板本身和控制器之间的导线或其他连接的数量。

[0010] 传统电容式触摸传感器的另一缺点在于通道和控制器之间的输入和输出连接的数量取决于传感器中包括的通道的数量。由于必须连接和管理的输入和输出的数量不同,通常需要不同的控制器和/或控制器配置来控制不同的传感器装置。随着通道数量的增多,控制器的复杂性和成本可能会增加。

发明内容

[0011] 根据一个方面,提供了一种电容式触摸传感器装置,所述电容式触摸传感器装置包括:基板层;以及群组谐振电路,每个谐振电路包括至少一个相应电极,所述群组谐振电路的电极分布在所述基板层上,并且所述群组谐振电路具有多个谐振频率。

[0012] 在一些实施例中,所述群组谐振电路中的每一个具有多个不同谐振频率中的相应谐振频率,所述相应谐振频率在所述群组谐振电路内是唯一的。

[0013] 在一些实施例中,对于每个所述谐振电路,所述至少一个相应电极包括至少一个电极条。

[0014] 在一些实施例中,所述至少一个电极条包括第一电极条和平行于所述第一电极条并与所述第一电极条间隔开的第二电极条。

[0015] 在一些实施例中,所述装置还包括信号发生器,所述信号发生器生成选择性地激励所述群组谐振电路中的每一个的谐振的信号。

[0016] 在一些实施例中,所述装置还包括测量所述群组谐振电路的响应的检测器。

[0017] 在一些实施例中,所述装置还包括控制所述可调谐信号发生器和所述检测器以扫描所述群组谐振电路的控制电路,所述扫描包括生成激励所述谐振电路的信号,以及测量所述群组谐振电路的响应。

[0018] 在一些实施例中,所述生成激励所述谐振电路的信号包括生成顺序激励所述谐振电路中的每一个的信号。

[0019] 在一些实施例中,所述生成激励所述谐振电路的信号包括生成同时激励所述谐振电路中的两个或更多个的信号,并且所述测量所述群组谐振电路的响应包括测量所述两个或更多个同时激励的谐振电路的频率响应。

[0020] 在一些实施例中,所述装置还包括控制器,所述控制器包括所述信号发生器、所述检测器和所述控制电路,所述群组谐振电路共同连接到所述控制器的输出以接收来自所述信号发生器的信号,并且所述群组谐振电路共同连接到所述控制器的输入以便所述检测器测量所述群组谐振电路的响应。

[0021] 在一些实施例中,所述装置还包括至少一个附加的群组谐振电路,所述至少一个

附加的群组谐振电路中的每个谐振电路包括至少一个相应电极,所述至少一个附加的群组谐振电路的电极分布在所述基板层上,其中对于每个所述附加的群组谐振电路,所述附加的群组谐振电路中的每个所述谐振电路具有在所述附加的群组谐振电路内唯一的相应谐振频率。

[0022] 在一些实施例中,所述装置还包括:信号发生器,所述信号发生器生成激励所述群组谐振电路中的每个谐振电路的谐振的信号;测量所述群组谐振电路中的每一个的响应的检测器;以及连接到所述信号发生器的开关电路,用于用所述信号选择性地激励所述群组谐振电路。

[0023] 在一些实施例中,所述装置还包括控制电路,所述控制电路控制所述信号发生器,所述检测器和所述开关电路以扫描所述群组谐振电路中的每一个,所述扫描包括,对于每个群组谐振电路,生成激励每个相应的谐振电路的信号,以及测量所述群组谐振电路的响应。

[0024] 在一些实施例中,所述群组谐振电路中的至少两个的谐振频率中的至少一个基本相似。

[0025] 在一些实施例中,所述检测器包括以下中的至少一种:模数转换器(ADC);和比较器。

[0026] 在一些实施例中,每个谐振电路包括具有相应电容值的相应电容器和具有相应电感值的相应电感器,所述相应电容值和所述相应电感值的组合在所述群组谐振电路内是唯一的。

[0027] 在一些实施例中,每个谐振电路包括具有相应电容值的相应电容器和具有相应电感值的相应电感器,并且所述群组谐振电路的电感器是平面电感器,每个平面电感器包括在所述基板层上的至少一个相应导体层。

[0028] 在一些实施例中,对于每个所述平面电感器,所述至少一个相应导体层包括至少一个螺旋形电感器线圈。

[0029] 根据另一方面,提供了一种用于包括至少一个群组谐振电路的电容式触摸传感器的方法,每个群组谐振电路具有相应的多个谐振频率,所述方法包括:对于每个所述至少一个群组谐振电路:生成激励相应的群组谐振电路中的每一个的谐振的信号;以及测量所述群组谐振电路的响应。

[0030] 在一些实施例中,所述生成包括生成在循环或跳变模式中选择性地和顺序地激励相应的群组谐振电路中的每一个的信号。

[0031] 根据另一方面,提供了一种用于包括至少一个群组谐振电路的电容式触摸传感器的控制器,每个群组谐振电路具有相应的多个谐振频率,所述控制器包括:生成激励所述至少一个群组谐振电路中的每一个的谐振的信号的信号发生器,所述信号发生器可调谐以生成选择性地激励所述至少一个群组谐振电路的谐振电路的信号;以及测量所述至少一个群组谐振电路的响应的检测器。

[0032] 在一些实施例中,所述控制器还包括控制电路,所述控制电路控制所述信号发生器和所述检测器以扫描所述至少一个群组谐振电路,所述扫描包括,对于每个所述群组谐振电路,生成顺序地激励所述群组谐振电路的信号,以及测量所述群组谐振电路的响应。

[0033] 在一些实施例中,所述控制器还包括连接到所述信号发生器的开关电路,用于用

所述信号选择性地激励所述至少一个群组谐振电路。

[0034] 在一些实施例中,所述控制器还包括至少一个输出连接,所述控制器的每个所述至少一个输出连接用于连接到所述至少一个群组谐振电路中的相应一个的对应输入连接。

[0035] 在一些实施例中,每个谐振电路包括具有相应电容值的相应电容器和具有相应电感值的相应电感器,所述电感器和所述电容器形成谐振滤波器,所述装置还包括,对于所述群组谐振电路中的至少一个的每一个,在所述电极和所述谐振滤波器之间串联连接的相应电容器。

[0036] 通过阅读本公开的具体实施例的以下描述,本公开的其他方面和特征对于本领域普通技术人员将变得显而易见。

附图说明

[0037] 参考附图将更好地理解本公开,在附图中:

[0038] 图1是示例性串联LCR谐振电路的示意图;

[0039] 图2是图1的LCR谐振电路的第一和第二模拟频率响应曲线图;

[0040] 图3是根据一个实施例的可以在电容式触摸传感器装置中使用的电路的示意图;

[0041] 图4是根据一个实施例的示例性电容式触摸电路的示意图;

[0042] 图5A示出了没有触摸的图4的电容式触摸电路的模拟频率响应的图形;

[0043] 图5B示出了通道被触摸的图4的电容式触摸电路的模拟频率响应的图形;

[0044] 图6是根据一些实施例的可以用于控制电容式触摸传感器的控制器的框图;

[0045] 图7是根据另一实施例的触摸传感器面板的俯视图;

[0046] 图8A是根据一个实施例的平面电感器线圈的俯视图;

[0047] 图8B是根据另一实施例的平面电感器线圈的俯视图;

[0048] 图8C是根据又一实施例的平面电感器线圈的俯视图;

[0049] 图8D是根据再一实施例的平面电感器线圈的俯视图;

[0050] 图9是根据再一实施例的电容式触摸传感器电路的布局;

[0051] 图10是图9的触摸传感器电路的第一谐振电路的布局的放大视图;

[0052] 图11是针对图9的电容式触摸电路获得的频率响应的图形;

[0053] 图12是根据另一实施例的电容式触摸传感器面板的俯视图;

[0054] 图13是根据另一实施例的控制器的框图,所述控制器可以连接到图12的触摸传感器面板;

[0055] 图14是图12的触摸传感器面板的频率响应的图形;

[0056] 图15是根据一些实施例的用于控制触摸传感器的方法的流程图;

[0057] 图16是图4的电容式触摸电路的修改版本的部分视图。

具体实施方式

[0058] 本公开提供了一种电容感测装置和方法,其可以用于可以与一个或多个手指或任何其他导电物体(例如触笔)接合的触摸传感器面板(例如,触摸屏)。触摸传感器可以实现一维或二维感测。

[0059] 尽管附图中示出并且下面描述的实施例是在RF范围中操作的电容式触摸传感器,

但是本公开的各方面也可以在非RF触摸传感器中实现。

[0060] 图1是示例性串联LCR谐振电路100的示意图。电路100包括固定电阻器R1,固定电感器L,固定电容器C0,可变电容Cf和RF信号输入102。固定电阻器R1,固定电感器L和固定电容器C0串联连接在RF信号输入102和地108之间。固定电容器C0连接到地108。可变电容Cf与固定电容器C0并联连接并且表示由外部导电物体(例如人手指)触摸电路100感应的附加电容。固定电容器C0表示ITO条或玻璃基板上的网状金属沉积物的电容和附加的外部电容。感应可变电容Cf的值通常约为10pF。在没有触摸的情况下,可变电容Cf将不存在。固定电容器C0的值可以设定为例如不大于可变电容Cf的十倍的值。在该示例中,固定电容器C0设定为100pF。在该示例中,固定电感的值为10 μ H,使得谐振频率在个位数兆赫范围内。图1还示出了串联电阻器RL,其表示电感器的电阻和其他寄生电阻损耗。在该示例中,假设该示例中的电阻RL为3欧姆。在该示例中,固定电阻器R1为100欧姆。当然,触摸传感器中使用的LCR谐振电路的电阻器,电容器和电感器的值可以变化。以上提供的具体值仅作为示例。电路100的响应测量点104也在图1中示出。

[0061] 图2是在响应测量点104处获得的图1的电路100的第一和第二模拟频率响应曲线202和204的图形200。第一曲线202示出了没有触摸(即没有可变电容Cf)的电路的频率响应。第二曲线204示出了在触摸事件期间包括可变电容Cf的电路的频率响应。如图2所示,第一曲线202是倒置的钟形曲线,峰值谐振频率为5.05MHz。在该示例中,当连接可变电容器(来自触摸)时,谐振频率降至4.8MHz。如图2所示,如果输入信号的频率连续为5.05MHz,并且电路被触摸,则该频率的电路100的输入阻抗增加(因为谐振频率已改变)并且响应测量点104(在图1中示出)处的电压幅度将上升。图2示出了5.05MHz处的20dB的电压的近似上升。该计算没有考虑电压源的内阻;在现实生活中,电压变化通常不那么剧烈。第一和第二曲线202和204的宽度和深度取决于串联电阻R1的具体值。通常,第一和第二曲线的宽度将随着R1的电阻增加而增加,并且第一和第二曲线的深度将随着R1的电阻增加而减小。

[0062] 如上所述,传统的电容式触摸传感器面板可能需要触摸传感器面板中的电极和信号发生器(例如RF信号发生器)之间的大量连接。例如,具有10 \times 10电极通道栅格的触摸传感器面板通常可能需要20个独立的输入和输出连接,并且有时需要更多连接用于互电容配置。输入信号可以是单频率的RF信号,其被时间复用到所有输入连接。这些输入和输出连接可能需要触摸传感器面板的边缘上的大量空间和大的线束以将触摸传感器面板连接到控制器。因此,可能希望减少所需连接的数量,这可以释放触摸传感器面板边缘附近的空间并且可以简化控制器连接和构造。本文描述的一些实施例使用可以被认为输入信号频率复用的内容,其可以减少所需的输入和输出连接的数量,如下面将描述的。

[0063] 图3是根据一个实施例的可以在电容式触摸传感器装置中使用的电路300设计的示意图。电路300包括与单个可调谐RF信号发生器301并联连接的群组谐振电路302a、302b、302c、302d、302e、302f、302g、302h、302i和302j。固定电阻器303串联连接在可调谐RF信号发生器301和谐振电路302a至302j之间。每个谐振电路302a至302j包括在RF信号发生器301(经由电阻器303)和地308之间串联连接到相应电容器306a至306j的相应电感器304a至304j。图3还示出了电路300的输出点310,所有谐振电路302a至302j连接到所述输出点。

[0064] 每个谐振电路302a至302j的电容器306a至306j接地。谐振电路302a至302j中的每一个具有在该组谐振电路302a至302j内唯一的谐振频率。在该示例中,电感值对于所有电

感器304a至304j是相同的,但是电容器306a至306j均具有如下的不同电容:第一电容器306a为220pF;第二电容器306b为180pF;第三电容器306c为150pF;第四电容器306d为120pF;第五电容器306e为100pF;第六电容器306f为180pF;第七电容器306g为68pF;第八电容器306h为58pF;第九电容器306i为47pF;第十电容器306j为39pF。变化的电容为谐振电路302a至302j提供唯一的谐振频率。在其他实施例中,每个谐振电路的电感(除电容之外或代替电容)可以变化以提供唯一的谐振频率。

[0065] 可调谐RF信号发生器301是可调谐的以选择性地生成信号输出以激励谐振电路302a至302j中的每一个。在该示例中,信号输出是在每个唯一谐振频率处或附近顺序生成的RF信号。应当理解,在本公开中对信号“处于谐振频率”的引用意味着包括接近而不是精确匹配该频率的信号。为了更加清楚,为了本公开的目的,如果信号在分配给给定触摸传感器通道的带宽内,则可以将信号视为“处于”谐振频率。在一些实施例中,为了顺序地激励谐振电路而生成的信号可以有意地从精确的谐振频率偏移一定量。

[0066] 对于在谐振电路302a至302j中的一个的给定谐振频率处(或附近)的输入信号,仅具有该谐振频率的谐振电路302a至302j可能经历显著的电压降,而其余的谐振电路302a至302j可能看起来具有高输入阻抗。如果谐振电路302a至302j中的一个的电容由于触摸而改变,则其谐振频率也将改变。例如具有第一唯一谐振频率的第一谐振电路302a。触摸事件由图3中的可变电容312表示。在第一谐振电路302a上的触摸事件的情况下,第一谐振电路302a的实际谐振频率由于组合电容312和306a而改变。因此,当信号发生器被调谐到第一谐振电路302a的第一唯一谐振频率时,在存在触摸时测量的响应将改变(dB增加)。通过针对所有谐振电路302a至302j的唯一谐振频率顺序地调谐可调谐RF信号发生器301,可以顺序地扫描每个电路以检测由于触摸引起的电容变化。可调谐RF信号发生器301可以包括具有一个或多个可调谐元件的单个信号发生器,所述可调谐元件改变生成的信号的频率。在其他实施例中,信号发生器可以是可调谐的,因为针对不同频率存在多个信号生成源,并且切换机构可以控制哪个信号生成源实际上在给定时间提供输出。

[0067] 图4至6示出了可以如何实现上述概念的一个示例,包括电极的放置。

[0068] 图4是根据一个实施例的类似于图3中的电路300的示例性电容式触摸电路400的示意图。图4中的电容式触摸电路400包括群组谐振电路402a至402j,所述谐振电路经由电阻器R共同连接到RF信号输入404,并且接地406。RF信号输入404可以从信号发生器(未示出)输出。在图4中示出了十个谐振电路402a至402j,但是在其他实施例中谐振电路的实际数量将变化。电容式触摸电路400还包括连接到每个谐振电路402a到402j的电路输出连接408。谐振电路402a至402j并联连接到RF信号输入404(经由电阻器R)。在该实施例中,电路输出连接408和RF信号输入404连接到电阻器R的相对端子。

[0069] 第一谐振电路402a包括电感器L1,电容器C1,第一ITO条410a和第二ITO条412a。第一和第二ITO条410a和412a形成一对并且彼此平行地延伸。ITO条沉积在透明介电基板层(未示出)上。第一和第二ITO条有效地形成电容器。电容器C1连接在第一和第二ITO条410a和412a之间,因此与由第一和第二平行且间隔开的ITO条410a和412a形成的电容器并联连接。该对ITO条410a和412a的电容非常低,并且电容器C1和该对条410a和412a通常一起可以提供比触摸手指产生的电容高几倍的总电容。然而,实施例不限于这种布置。

[0070] 实施例不限于用于电极的ITO,并且可以使用其他导电(可能透明或半透明)材料。

电极可以使用化学过程沉积或印刷,或者也可以印刷到基板层上。典型的ITO条可以具有约100欧姆/平方的电阻。电极条的相对低的电阻可能是优选的,以减少RF信号的减小。由细金属网形成的电极可以提供比传统ITO条更低的电阻,并且因此可以更适合于更大的触摸面板。实施例不限于任何特定类型的电极。电极的形状也可以变化,并且电极不一定是条。例如,一些实施例可以包括一个或多个其他形状的电极,例如矩形或圆形,而不是条。

[0071] 电感器L1连接在RF信号输入404(经由电阻器408)和第一ITO条410a之间。第二ITO条412a接地(以及电容器C1)。因此,如图4中所示,第一谐振电路的电感器L1与电容器C1和由并联的第一和第二ITO条410a和412a形成的有效电容器串联。剩余的谐振电路402b至402j全部类似地布置有相应的电容器(C2、C3、C4、C5、C6、C7、C8、C9、C10),电感器(L2、L3、L4、L5、L6、L7、L8、L9和L10),第一ITO条(410b、410c、410d、410e、410f、410g、410h、410i、410j)和第二ITO条(412b、412c、412d、412e、412f、412g、412h、412i、412j),一起形成相应的触敏“通道”414b至414j。

[0072] 选择这些谐振电路402a至402j中的电感器L1至L10和电容器C1至C10以提供一组唯一谐振频率,其中每个谐振电路以不同的频率谐振。谐振频率在谐振电路402a至402j内是唯一的。然而,在包括多组谐振电路的实施例中,两组或更多组中的谐振频率可以重叠。可以基于RF信号输入404的允许调谐范围和带宽来选择该组唯一频率。例如,在某些环境中,允许RF频率操作带宽可以由法规,其他设备等限制或规定。可以选择在通道的相邻谐振频率之间扩展足够大以实现通道之间的清楚区分,但是实际扩展可以在不同实施例中变化。

[0073] 电容器C1至C10可以是集总电路元件,或者它们可以制成多层触摸面板结构的一部分。例如,电容器C1至C10可以是芯片电容器,或者可以通过在基板层上沉积一个或多个附加的导电和介电材料层来形成。多层结构可能是优选的,原因是在玻璃或任何介电基板上焊接表面安装芯片电容器通常是不实际的。电感器L1至L10也可以是集总电路元件,或者它们可以制成多层触摸面板结构的一部分。

[0074] 可以区分任何特定通道414a至414j上的触摸,如下面将更详细讨论的。触敏通道414a至414j可以分布在基板层上以形成一维触摸传感器系统。例如,通道414a至414j的电极410a至410j和412a至412j可以基本上横跨基板层延伸以形成触敏面板。

[0075] 图5A示出了当未触摸通道414a至414j时图4中所示的电容式触摸电路400的模拟频率响应的图形500。模拟是在Spice™中生成的。如图5A所示,该电路包括由响应分贝级的10个独立的谷或下降指示的10个谐振频率。图5B示出了当触摸第六通道414f(在图4中示出)时图4中所示的电容式触摸电路400的模拟频率响应的图形550。如图所示,由于通道的电容增加10pF,第六谐振频率552(也在图5A中示出)已从约8.57MHz移位到约8.11MHz。如果施加的RF输入被调谐到8.57MHz,则通过触摸对应的一对ITO条,电容式触摸电路400的测量响应信号幅度将改变图5B中所示的量 Δ dB(在该示例中约为15dB)。当检测到时,响应级别的变化被视为第六通道414f的触摸事件。响应的幅度可以是通道被触摸的程度的指示。

[0076] 图6是根据一些实施例的用于电容式触摸传感器的控制器600的框图。控制器600可以用于控制图4中所示的电容式触摸传感器电路400以及各种装置中的其他电容式触摸电路。控制器包括连接到控制器输出631的可调谐RF信号发生器630,连接到控制器输入633的检测器632,处理器634和存储器636。处理器634和存储器636一起用作控制器600的控制

电路。存储器636可以在其上存储处理器可执行指令,当由处理器634执行时,使处理器控制RF信号发生器630和检测器632,如本文所述。控制电路可以包括硬件(例如,微处理器,存储器或其他硬件)和/或软件的任何组合,并且实施例不限于图6中所示的特定示例。可调谐RF信号发生器630的输出可以输入到电容式触摸传感器电路(通过连接到控制器输出631)以激励群组谐振电路。检测器632连接到处理器634。可调谐RF信号发生器630连接到处理器634并由处理器634控制。检测器632经由控制器输入633接收并测量来自电容式触摸传感器电路的响应。存储器636连接到处理器634并在其上存储可执行指令以使处理器634控制RF信号发生器630和检测器632,如下所述。在其他实施例中,可以在不使用外部存储器的情况下配置处理器634以控制RF信号发生器630和检测器632。

[0077] 图6中所示的控制器600可以被连接以控制图4中所示的电容式触摸电路400。具体地,控制器输出631(图6)可以连接到触摸电路404的RF信号输入404(图4),并且控制器输入633(图6)可以连接到触摸电路400的电路输出连接408(图4)。在操作中,控制器600的RF信号发生器630可以顺序地扫描电容式触摸电路400的所有通道414a至414j的唯一谐振频率以检测和量化通道414a至414j上的触摸事件的程度。可以顺序地或以任何顺序扫描通道414a至414j。如果一个以上的通道414a至414j没有谐振,则记录多点触摸事件。扫描序列可以遵循重复序列或跳变模式。

[0078] 为了执行扫描功能,控制器600的处理器634控制RF信号发生器630以在每个唯一谐振频率处(或附近)选择性地和顺序地生成RF信号以激励通道414a至414j。检测器632测量由控制器(经由控制器输入633)在图4中的电路输出连接408处接收的响应,并且将测量结果传送到处理器。检测器632可以包括模数转换器(ADC),用于将响应转换成数字信号以便传输到处理器634。检测器632和/或处理器634还包括比较器以将测量的响应级别与预期的非触摸响应级别进行比较。处理器634分析测量结果以检测通道上的触摸事件。例如,如果针对特定谐振频率存在与预期幅度响应的变化,则处理器634确定触摸对应于该谐振频率的对应通道414a至414j。由RF信号发生器生成的输入可以在给定的选定频率下保持一段时间。当在多个通道上检测到多个电容变化时,微控制器可以记录多点触摸事件。

[0079] 在其他实施例中,控制器电路(包括可调谐信号发生器和/或检测器)中的一些或全部可以直接集成到触摸传感器面板中,而不是包括在独立控制器中。

[0080] 本领域技术人员将理解,也可以使用其他谐振电路配置,其中一组谐振电路的每个谐振电路具有不同的谐振频率。通过示例的方式提供图2和图4至6中示出的示例性电路配置,并且实施例不限于该配置。可以使用可以提供不同谐振频率的任何合适的谐振电路,并且实施例不限于图中所示的LCR型电路。

[0081] 在一些实施例中,通过测量来自电容式触摸电路的电压的幅度来执行测量响应(例如,通过图6中的检测器632)。

[0082] 在一些实施例中,通过测量来自电容式触摸电路的电压的频率来执行测量响应(例如,通过图6中的检测器632)。

[0083] 在一些实施例中,可以同时激励两个或更多个通道而不是单独地和顺序地激励每个通道,并且可以测量多个通道的频率响应。例如,可以使用具有宽频率内容的激励信号一次(或分批)激励所有多个通道。当激励能量减小时,可以通过测量所得集体响应信号的频率分量内容来执行测量通道响应(例如,通过图6中的检测器632)。换句话说,检测器电路可

以对所有激励通道的所得集体响应进行采样和分析,并且辨别每个谐振的频率和/或幅度以确定触摸哪个(哪些)通道以及每次触摸的程度。

[0084] 在一些实施例中,两个垂直的通道组可以用于提供二维触摸传感器(例如用于移动设备或其他电子显示面板的触摸屏)。系统仍然可以仅使用单个RF源进行通道激励和单个触摸记录响应。两个垂直组的每个通道可以连接到RF源的单个输出连接和检测器的单个输入连接以便能够扫描两组通道。

[0085] 图7是根据另一实施例的触摸传感器面板700的俯视图。触摸传感器面板700包括基板层702。在基板层702上分布有水平通道704和竖直通道706。每个水平通道704是包括相应的电容器710和电感器712的谐振电路,其以与图4的通道414a至414j类似的方式连接到一对第一和第二水平电极条704a和704b。每个竖直通道706是包括相应的电容器710和电感器712的谐振电路,其以与图4的通道414a至414j类似的方式连接到一对第一和第二竖直电极条706a和706b。电阻器713也在图7中示出,并且与图4中的电阻器R类似地布置。

[0086] 图7中的每个通道704和706具有电容和电感值的唯一组合以提供唯一谐振频率(类似于图4中的电容式触摸电路400)。水平通道704和竖直通道706分布在基板层702的相对的相应面上。例如,竖直通道706可以在顶面705上,并且水平通道704可以在底面(未示出)上,反之亦然。替代地,水平和竖直通道704和706的组可以布置在彼此堆叠的两个不同的基板层(未示出)上。替代地,水平和竖直通道704和706的组可以布置在相同的基板层(未示出)上,绝缘材料布置成防止直接接触。可以使用在一个或多个基板层上布置触敏通道的二维阵列的任何常规方法。

[0087] 如在该示例中所见,水平通道704在基板层702的相对侧边缘714和716之间延伸,而竖直通道基本上从基板层702的顶部718延伸到底部720。每个通道可以包括一对电极,电感器712和电容器710,其类似于图4中所示的电容式触摸电路400的通道414a至414j布置。在该示例中,水平和竖直通道704和706共同连接到单个电路输入连接724并且还共同连接到单个电路输出连接726。包括可调谐信号发生器和/或检测器的控制器(例如图6中所示的控制器600)可以经由电路输入连接724和电路输出连接726连接(例如使用导线)到基板层702以扫描通道704和706。触摸传感器面板700可以与控制器一起集成在单个装置壳体(未示出)内。例如,壳体可以是保护性平板电脑壳体的形式,其具有垫圈和/或其他密封件以保护触摸传感器面板700以及平板电脑的其他部分。触摸传感器面板700通常可以包括覆盖基板层702以及通道704和706的透明保护层(未示出),例如玻璃或塑料。在其他实施例中,控制器电路(包括可调谐信号发生器和/或检测器)中的一些或全部可以集成到触摸传感器面板700中,而不是包括在独立的控制器中。

[0088] 704和706的每个通道具有唯一的谐振频率。因此,通过扫描每个通道704和706(通过在谐振频率上循环并在调谐到每个频率时检测响应的变化),可以在二维中记录触摸。通道704和706的二维布置将在通道之间产生互电容。在配置检测触摸的方式时可以考虑这一点。

[0089] 诸如图6中所示的控制器600的控制器可以选择性地激励触摸传感器面板700中的通道704和706,并且可以检测触摸事件。对于二维感测,控制器可以检测至少一个水平通道704和至少一个竖直通道706上的触摸事件。

[0090] 单个触摸可以在不同程度上对多个通道进行影响和检测。例如,也可以在较小程

度上在相邻通道处检测到一个通道上的触摸。两个通道之间的触摸可以类似的方式影响这两个通道。通过测量多个通道的响应程度,控制器可以推断触摸事件的位置,即使该触摸事件不是直接在给定的单个通道上。

[0091] 如上所述,一些实施例可以使用多层结构来产生谐振电路中的电容器(例如图4中的电容器C1至C10)。下面提供可以使用多层结构实现的电容计算的示例。用于触摸传感器面板制造中的常用电介质是聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和各种粘合剂。PET的介电常数通常在3至3.5的范围内,并且用于将介电层(例如PET)保持在一起的最合适的粘合剂材料具有约1.5的介电常数。PET膜的厚度在50um至250um之间变化,并且粘合剂层的厚度通常在25至150um之间。

[0092] 上述结果意味着,如果互电容触摸传感器面板具有均为1cm宽的ITO条,并且它们彼此成直角交叉,这两层结构在每个交叉点处的电容可以取决于介电基板的类型和厚度在8.85pF至62pF之间。可以通过改变条的宽度或通过触摸传感器面板的周边上添加区域来改变该电容。如果使用两个以上的层,则该添加可能在触摸传感器面板的一侧占据很小空间,原因是电容增至双倍,增至三倍等。对于自电容触摸传感器面板,在另一方面,可能仅存在单层介电基板。因此,增加电容可能需要增加电容面积。因此,可以使用基板层上的平面导体(例如,ITO或金属)来产生具有期望电容的谐振电路的电极和/或固定电容器元件。

[0093] 在一些实施例中,电感器(例如图4中的电感器L1至L10)可以沉积在介电基板层上,类似于电极条。例如,在一些实施例中可以使用平面螺旋电感器。对于基于表面的设计,平面螺旋电感器可能比芯片或线圈电感器便宜。每个电感器可以包括在基板层上的至少一个导体层。一个或多个导体层可以限定一个或多个螺旋形电感器线圈。

[0094] 多层电感器产生互感。对于两层电感器,以下两个等式可以用于耦合值 K_c ,以获得具有互感的总电感值:

$$[0095] \quad L_t = L_1 + L_2 + 2 * K_c * (L_1 + L_2)^2$$

[0096] 当两个电感器层具有相同的图案时,公式被简化:

$$[0097] \quad L_t = 2L * (1 + K_c * C)$$

[0098] 从实验来看,在具有62密耳厚度的标准印刷电路板(PCB)上,耦合系数 K_c 可以大约在0.5-0.7的范围内。

[0099] 图8A至8D示出了根据一些实施例的可以沉积或印刷到基板上的示例性平面电感器线圈。

[0100] 图8A是具有方形螺旋形状的电感器802的俯视图。其他螺旋类型也可能用于电感器。示例性螺旋形状类型包括但不限于圆形,卵形,正方形,多项式螺旋等。通过在玻璃或透明聚酯层上沉积银墨或金属网而形成该示例中的电感器802。电感器802是具有10mm外径DOUT1的单层电感器,具有125um宽度W1的迹线,其间隔125um的迹线间隔S1,并且具有15匝。图8A中所示的内径DIN1为2.75mm。该电感器可以例如具有大约1.64uH的电感,但是实施例不限于任何特定的电感。内径DIN为可以插入的铁磁芯(未示出)提供空间。

[0101] 对于双层结构,每层使用类似于图8A中所示的布局,已发现对于62密耳厚的PCB的实验,耦合系数 K_c 约为0.5。然而,对于更薄的PCB,耦合系数 K_c 可以更高。假设 $K_c = 0.5$,两层结构的总电感可以为大约 $2 * 1.64uH * (1 + 0.5) = 4.92uH$ 。四层电感器可以具有14.76uH的值,并且八层电感器可以具有44.28uH。电感器的中心的铁磁芯可以进一步增加电感值。

[0102] 电感器线圈的总电阻可能非常重要。可以计算单层扁平电感器的总长度。使用图8A中的电感器802的布局,对于单层电感器,估计长度将约为60cm。如果电感器802由银墨印刷,所述银墨具有的电阻率约为纯银的电阻率的两倍并且等于 2×10^{-6} 欧姆/cm,则单层电感器802的总DC电阻可以约为3.2欧姆。使用相同布局的双层或双侧电感器可以具有6.4欧姆的DC电阻。四层或四侧电感器可以约为12.8欧姆。八层或八侧电感器可以约为25.4欧姆。

[0103] 线圈的串联电阻影响LCR品质因数Q。品质因数Q可以通过公式 $Q = 1/R \cdot \text{SQRT}(L/C)$ 来计算,其中R是串联电阻,L是电感并且C是电容。品质因数Q可能需要至少为10才能使电路正常谐振。较高的Q因数还可以提供频率响应曲线的更好频率分辨率(通道分离),使得通道的谐振频率可以彼此更靠近地占据较少的整体频带。为了增加Q因数,可能需要降低串联电阻和/或提高电感器的电感。改变电容以增加Q因数可能不太实际,原因是电容值可能需要保持与手指触摸相同的数量级,其可以约为10pF。

[0104] 图8B是具有六边形螺旋形状的电感器804的俯视图。取决于所需的电感,图8B中所示的DOUT2,DIN2,W2和S2的值可以与图8A中所示的DOUT1,DIN1,W1和S1相同或不同。

[0105] 图8C是具有八边形螺旋形状的电感器806的俯视图。取决于所需的电感,图8B中所示的DOUT3,DIN3,W3和S3的值可以与图8A中所示的DOUT1,DIN1,W1和S1相同或不同。

[0106] 图8D是具有圆形螺旋形状的电感器808的俯视图。根据所需的电感,图8B中所示的DOUT4,DIN4,W4和S4的值可以与图8A中所示的DOUT1,DIN1,W1和S1相同或不同。图8A至8D中的示例性电感器的电感取决于所使用的确切材料(基板和导体)以及电感器线圈的几何形状。例如,取决于具体尺寸和材料,电感可以在1 μ H至100 μ H的范围内。

[0107] 通过改变图8A至8D中的电感器802、804、806和808的尺寸(包括匝数),可以根据需要提供各种电感。例如,使用这样的设计,可以提供电感的变化以在电容式触摸电路(例如如图4中所示的电路400)中实现多个唯一谐振频率。例如,多个类似的电感器可以布置在PCB上,用于一维或二维感测,每个电感器在一个或多个尺寸上具有轻微变化。

[0108] 由几层银墨或由介电膜印刷的其他导体制成的扁平电感器具有它们自己的电容。电感器的该电容可以用作谐振电路的电容部分,使得不需要额外的外部电容器。当电感器线圈中的匝数改变时,电感和自电容都改变,由此也改变谐振电路的谐振频率。因此,通过对不同通道中的电感器使用不同的线圈匝数和/或几何变化,可以实现通道的不同谐振频率。

[0109] 图9示出了示例性电容式触摸传感器电路900的布局。电容式触摸传感器电路900可以制造为铜上PCB电路。电容式触摸传感器电路900包括形成类似于图4中的通道414a至414j的十个相应通道904a至904j的十个谐振电路902a至902j。在其他实施例中,通道的数量可以变化。每个谐振电路902a至902j包括沉积在PCB上的相应平面电感器906a至906j以及相应的芯片电容器908a至908j。通道904a至904j,电感器906a至906j和电容器908a至908j类似于图4中所示的电容式触摸传感器电路400被连接。

[0110] 每个平面电感器906a至906j是类似于图8A中所示的电感器802的方形螺旋结构,但具有多个匝数。平面电感器906a至906j都具有相同的尺寸和电感。通过改变电容器908a至908j的变化电容的电容来提供该示例中的唯一谐振频率。

[0111] 图10是图9的触摸电路900的第一单个谐振电路902a的布局的放大视图,所述谐振电路包括第一通道904a,第一电感器906a和第一电容器908a。接地连接910a和电路输入连

接912a在图10中也是可见的。其余的谐振电路902b至902j(在图9中示出)类似地连接。

[0112] 再次转到图9,为了获得个位数兆赫范围内的工作频率范围,电感器906a至906j的值应当在个位数微亨范围内。在制造的实验触摸面板电路上,电感器906a至906j被制造为方形双层电感器。电感器906a至906j均具有 $13 \times 13\text{mm}$ 的大致尺寸,0.2mm的导电迹线宽度,间隔在0.2mm之间,并具有14匝。电感的测量值约为3.9uH,其通过谐振频率计算和测量得到证实。电容器908a至908j是标准0603尺寸的陶瓷电容器,但是在其他实施例中使用的特定电容器可以变化。

[0113] 制造的电感器906a至906j示出了以下近似结果(每个电感器):单侧电感为1.13uH;总电感为3.90uH,互磁耦合为0.72;电感串联电阻为2.75欧姆;并且电容器焊盘的寄生电容在7.4pF至8.1pF之间。为了减小平面线圈电感器的尺寸,可以使用多层结构。当层数加倍时,由于层之间的互感有助于电感几乎增至三倍。

[0114] 通过在线圈内插入铁氧体磁芯,可以增加电感值,或者可以保持相同值来减小尺寸。基于一些实验,包括这样的铁氧体棒可以增加谐振频率。

[0115] 图11是针对图9的电容式触摸电路900获得的频率响应的图形1100。如图11中所见,频率响应示出了10个独立的谷,其指示十个通道的不同谐振频率。

[0116] 尽管上述示例包括每个通道两个电极条,每个通道中的一个电极条接地,但是其他实施例可以不包括作为通道的一部分接地的电极。而是,一些实施例可以利用包括单个电极并省略接地的第二电极的通道。

[0117] 政府法规和物理约束限制了可用于触摸屏装置(例如RF触摸屏)的总带宽,其限制了可以使用的谐振频率的数量和扩展。由于这个或其他原因,可能希望限制在触摸传感器装置中使用的谐振频率的数量。在一些实施例中,触摸传感器装置可以包括两组或更多组谐振电路(形成两组或更多组通道)。具体地,触摸传感器装置可以包括如上所述的第一多个或一组谐振电路,以及一个或多个附加的多个或多组谐振电路。每组谐振电路可以包括分布在基板层上的一个或多个电极。例如,第一组可以形成水平通道,并且第二组可以形成竖直通道。替代地,不同组的通道(谐振电路)可以为面板的不同区域提供覆盖。每组谐振电路可以具有对应的一组谐振频率,每个谐振频率在相应的组内是唯一的。

[0118] 每组谐振电路可以包括独立的输入连接(例如,连接到具有信号发生器的控制器)。来自单个可调谐信号发生器的输出可以在多组谐振电路的输入之间切换以选择性地激励多组谐振电路。例如,开关电路可以连接到可调谐信号发生器,用于选择性地驱动多组谐振电路。两组或更多组谐振电路可以包括一个或多个共同(即相同或基本相似)的谐振频率。因此,两组或更多组谐振电路的谐振频率可以至少部分地重叠。因此,来自单个可调谐信号发生器的信号可以用于激励和扫描具有至少一些共同谐振频率的多组谐振电路。以该方式,在触摸电路装置中使用的谐振频率的总数可以小于谐振电路的总数,但是连接到用于扫描的谐振电路(即通道)所需的连接(例如,导线)的数量与传统的触摸传感器装置相比仍然可以减少。替代地,可以独立连接两个或更多个可调谐信号发生器以激励两组或更多组相应的谐振电路。在另外的其他实施例中,可以使用两个或更多个信号发生器来激励独立的谐振电路组。

[0119] 图12是根据又一实施例的电容式触摸传感器面板1200(以面板的形式)的布局的俯视图。电容式触摸面板包括下面讨论的印刷,沉积或蚀刻在基板上的导体元件。该示例中

的基板是PCB并且包括顶部PCB层1202和在该示例中覆盖顶部PCB层的底部PCB层,但是也可以使用另一基板(例如透明基板)。触摸传感器面板1200是单平面图案。

[0120] 该实施例中的电容式触摸传感器面板1200包括水平通道1204和竖直通道1206。在该实施例中,竖直和水平通道1206中的每一个被布置为类似于图4中的谐振电路402a至402j的谐振电路一部分,但没有电极直接连接到物理接地。而是,每个通道1204和1206包括单个电极1212或1214,其具有如下所述的菱形图案。在该电容式触摸传感器面板1200中,人的手指(例如)用作接地的虚拟路径(经由用户触摸的任何东西)。

[0121] 可以使用顶部PCB层1202和底部PCB层上的铜(或另一导体)来制造电容式触摸传感器面板1200。在该实施例中,竖直通道1206的电极1214形成在底部PCB层的顶表面(图12中不可见)上。为了说明的目的,包括电极1214的竖直通道1206的导体部分在图12中示出为实心黑色,但通常不能通过顶部PCB层1202看到。水平通道1204的电极1212形成在顶部PCB层1202的底表面(图12中不可见)上,并且因此面向竖直通道1206的电极1214。为了说明目的,包括电极1212的水平通道1204的导体部分在图12中示出为轮廓白色,但是通常不能通过顶部PCB层1202看到。为了防止竖直通道1206和水平通道1204之间的接触,在水平和竖直通道1204和1206之间提供绝缘层(例如焊接掩模)。在其他实施例中,单个基板层(例如PCB或透明基板)可以与基板层的一个面上的水平通道和相对面上的水平通道一起使用。实施例不限于多层通道和/或基板层的任何特定布置。

[0122] 每个水平通道1204和每个竖直通道1206包括相应的一对集总电容器1208或1218以及集总电感器1209或1219(与用于平面电感器和/或电容器的PCB迹线相对)。用于水平通道1204的集总电容器1208均由图12的第一图例部分1230中所示的相应竖直布置的电容器图标1208指示。用于水平通道1204的集总电感器1209各自由相应的水平布置的电感器图标1209指示。用于竖直通道1206的集总电容器1218均由图10的第二图例部分1232中所示的相应水平布置的电容器图标1218指示。用于水平通道1204的集总电感器1219均由第二图例部分1232中所示的相应竖直布置的电感器图标1219指示。

[0123] 水平通道1204共同连接到第一输入/输出连接1240并且共同连接到地1242(每个水平通道1204具有在第一输入/输出连接1240和地1242之间串联连接的对应电容器1208和电感器1209)。竖直通道1206共同连接到第二输入/输出连接1244并且还共同连接到地1242(每个水平通道1206具有在第二输入/输出连接1244和地1242之间串联连接的对应电容器1218和电感器1219)。

[0124] 水平通道1204均具有不同的相应谐振频率。竖直通道1206均具有不同的相应谐振频率。在该实施例中,水平通道1204的谐振频率和竖直通道1206的谐振频率部分重叠。特别地,电容式触摸传感器面板1200包括十二个水平通道1204和十六个竖直通道1206。对于每个水平通道1204,相应的电容器1208和电感器1209对是电容和电感的不同组合以为每个通道1204和1206提供与其他水平通道不同的谐振频率。竖直通道1206类似地均具有由电容器1218和电感器1219提供的相应谐振频率,其与其他竖直通道不同。对于竖直通道1206重复水平通道1204的十二个谐振频率,并且竖直通道1206包括四个附加频率(总共16个)。然而,应当理解,唯一频率的数量可以变化。例如,所使用的频率的数量和/或扩展可以取决于装置和/或政府法规的需要。

[0125] 电容器1208和1218以及电感器1209和1219可以全部位于顶部PCB层1202的顶表面

1222上并且根据需要通过顶部PCB层1202和底部PCB层(未示出)连接到相应的第一和第二输入/输出连接1240和1244以及地1242。其他布置也是可能的。可以使用将电路元件连接在一起形成图12中所示的布局的任何合适的布置。

[0126] 电容式触摸传感器面板1200上的触摸事件可以记录至少一个水平通道1204和至少一个垂直通道1206的电容变化,由此能够在二维中确定触摸事件的位置。

[0127] 如图12中所示,垂直和水平通道1204和1206中的每一个包括均沿其长度形成几个连续的菱形1215的单个细长电极条1212或1214。这些菱形1215不重叠。而是,水平通道1204在相邻菱形1215之间的电极1212和1214的窄部分1252处与垂直通道1206相交(但不接触)。

[0128] 电极1212和1214不直接连接到接地平面,并且电容器1208和1218以及电感器1209和1219不在接地平面上重叠。因此,电极1212和1214将“悬停”(在电压感测中)在顶部PCB 1202层和底部PCB层(未示出)上方。水平和垂直通道1204和1206经由接地连接1242连接到物理接地。手指的触摸提供穿过身体的虚拟接地。因此,当将人的手指施加到触摸传感器面板1200时,尽管没有接地平面,但由于电容的变化,测量的幅度响应将增加。在实验设置中,上述布局提供了从触摸事件的5%至6%的响应幅度变化。

[0129] 图13是可以连接以控制图12中所示的触摸传感器面板1200的控制器1300的框图。控制器1300包括控制电路,所述控制电路包括处理器1302和存储器1304。如上所述,也可以使用其他控制电路布置。控制器1300还包括可调RF信号发生器1306,检测器1308和开关1310。存储器1304在其上存储计算机可执行代码,用于使处理器1302执行下述功能。在其他实施例中,存储器1304可以作为处理器1302的一部分并入,而不是如图13中所示在处理器1302的外部。处理器1302还连接成与可调谐RF信号发生器1306,检测器1308和开关1310通信。通信可以包括向可调谐RF信号发生器1306,检测器1308和开关1310提供控制信号,以及接收从检测器1308输出的数据作为输入。

[0130] 控制器1300的第一输出端子1312可以连接到用于图12的触摸传感器面板1200的水平通道1204的第一输入/输出连接1240以激励水平通道1204。控制器1300的第二输出端子1314可以连接到用于图12的触摸传感器面板1200的垂直通道1206的第二输入/输出连接1244以激励垂直通道1206。

[0131] 根据处理器1302的指示,由可调谐RF信号发生器1306生成的RF信号通过开关1310选择性地输出到第一输出端子1312或第二输出端子1314。该示例中的可调谐RF信号发生器1306能够在水平和垂直通道1204和1206(在图12中示出)的每个谐振频率处(或附近)选择性地生成信号(用于输入到触摸传感器面板1200)。处理器1302控制开关1310和可调谐RF信号发生器1306以扫描水平和垂直通道1204和1206中的每一个。例如,开关1310可以首先被设置为将RF信号引导到第一输出端子1312,同时可调谐RF信号发生器1306在水平通道1204的所有谐振频率上循环。然后开关1310可以被设置为将RF信号引导到第二输出端子1314端子,同时可调谐RF信号发生器1306在垂直通道1206的所有谐振频率上循环。也可以使用其他扫描序列(包括跳变序列)。

[0132] 该示例中的检测器1308包括ADC 1316和比较器1318。检测器1308连接到控制器输入端子1320以接收来自触摸传感器面板1200(在图12中示出)的响应输出作为输入。控制器输入端子1320还可以连接到触摸传感器面板1200的第一和第二输出连接1240和1244以测量水平和垂直通道1204和1206(在图12中示出)的响应。检测器1308接收来自触摸传感器面

板1200的模拟输出,并且首先使用ADC 1316将模拟信号转换为数字值。由比较器1318将数字值与预期响应级别(例如,无触摸事件的预期响应)进行比较。来自比较器1318的比较数据被传送到处理器1302。基于来自检测器1308的输出,开关1310的当前状态和当前选择的谐振频率,处理器确定目前触摸哪个水平通道1204和哪个垂直通道1206(在图12中示出)。

[0133] 可调谐RF信号发生器1306可以包括合成器芯片或电路。控制器1300的开关1310可以包括PIN二极管(未示出),其可以将来自可调谐RF信号发生器1306的RF信号转移到第一或第二输出端子1312和1314。处理器1302(或可能是开关1310)可以包括控制PIN二极管的开关驱动器控制电路。开关驱动器控制电路可以例如通过施加正向或反向偏压来接通和断开PIN二极管。开关驱动器控制电路可以使用RF信号发生器和开关之间的低通滤波器。图14是针对图12的电容式触摸传感器面板1200获得的频率响应的图形1400。第一实线1302示出用于水平通道1204的频率响应,并且第二虚线1304示出用于垂直通道1206的频率响应。第一线1302示出水平通道1204的12个谐振频率的12个谷或下降,并且第二线1304示出垂直通道1206的谐振频率的16个谷或下降。如图所示,由线1302中的凹陷或谷示出的水平通道1204(图12)的谐振频率接近由线1304示出的垂直通道1206(图12)的几个谐振频率。换句话说,水平通道1204的至少一些谐振频率与垂直通道1206的至少一些谐振频率相同或相似。因此,需要扫描所有通道1204和1206的谐振频率的总数可以小于通道1204和1206的总数。重叠谐振频率的精确匹配不是必须的,以允许单个频率用于扫描水平通道1204和垂直通道1206两者。

[0134] 本文描述的电容式触摸电路的控制器可以包括用于编程或配置控制器的功能。这种软件可以在PC上提供图形界面。例如,可以使用Borland visual C++Builder创建这种软件。该软件可以包括各种功能和部件,包括但不限于:库块;变量的描述;开放式通信端口的USB块;读文件的ADC块;解决方案的决策块;创建图形界面的可视块。图形界面可以显示表示由通道覆盖的区域的图像。图形界面还可以包括诸如“开始按钮”的控件,选择服务信息,并且可以在显示区域中显示图形指示器以表示检测到的触摸。如果检测到多个触摸,则可以示出表示触摸的两个或更多个图形指示器。由于顺序扫描,将在不同时间检测到触摸。然而,用于扫描的施加RF信号的变化速度非常高,并且触摸传感器面板指示器表现为同时多点触摸。

[0135] 图15是根据一些实施例的用于控制触摸传感器(例如图4和9中所示的触摸传感器电路400和900或图12中所示的触摸传感器面板700和1200)的方法的流程图。触摸传感器电容式触摸传感器包括群组谐振电路,每个谐振电路包括至少一个相应的电极,并且每个谐振电路具有在群组谐振电路内唯一的相应谐振频率。在其他实施例中,一个或群组谐振电路可以具有相同的谐振频率(即,谐振频率可以重叠)。在框1502处,顺序地生成在每个谐振频率处(或附近)的输入信号以输入到谐振电路。框1502处的生成步骤可以包括在循环或跳变模式中选择性地生成信号以在每个谐振频率处(或附近)激励谐振电路,如上所述。在框1504处,测量谐振电路的响应以检测和量化触摸的程度。该测量可以包括如上所述的ADC转换和/或比较。该方法可以适于控制上述任何触摸传感器面板,并且可以包括执行上述控制器(例如图6和13的控制器600和1300)的功能。

[0136] 用于触摸传感器的控制器(例如图6和13中所示的控制器600或1300)可以独立于触摸传感器面板被提供。由于各种尺寸可能仅需要单个输入和单个输出,因此单个控制器

可以配置成与各种尺寸和传感器分辨率的触摸传感器面板一起工作。

[0137] 在一些实施例中,单个触摸面板可以包括多组通道,其中每组通道连接到检测器的相应输入连接和信号发生器的输出连接。例如,一组水平通道可以具有第一输入/输出连接,并且第二组垂直通道可以具有第二输入/输出连接。可以由控制器选择性地扫描每组通道。替代地,大面板可以具有多个指定区域,其中每个区域中的通道形成如上所述的它们自己的电路,具有它们自己的输入和输出。如果提供必要数量的输入和输出,单个控制器仍然可以控制多组通道(具有谐振电路)。可以针对位于不同电路上的第二组通道重复第一组通道的第一组谐振频率。

[0138] 在一些情况下,形成LC谐振滤波器电路的电容器的值的大小不大于由触摸感应的电容(即“触摸电容”)的数量级。在这样的情况下,LC谐振滤波器电路的电容器的电容值可以在与触摸电容相同的范围内或甚至小于触摸电容。在LC谐振滤波器电路之间串联使用附加电容可以对触摸电容改变谐振电路的谐振频率的程度(和因此控制)设置上限。

[0139] 可用频带可能受到限制:(a)在上端由导致任何导体在较高频率下的导电率降低的“趋肤效应”限制;以及(b)在较低频率端由以下的组合限制:(i)使用较大电感值所固有的较低品质因数(较宽)谐振和(ii)识别由触摸引起的小电容变化和非常大的谐振电容值的能力减弱。

[0140] 图16是图4的电容式触摸电路400的修改版本的部分视图。具体地,示出了谐振电路402a的修改版本。可以类似地修改图4中所示的其余谐振电路402b至402j和/或本文所述的其他谐振电路。还示出了RF信号输入404,电阻器R和地406。

[0141] 如图16中所示,电容器Cs串联连接在第一ITO条410a(即触摸电极)和谐振滤波器(包括L1和C1)之间。在一些或所有谐振电路402a至402j中包括串联电容器Cs可以允许谐振电路402a至402j的谐振频率更窄地间隔,原因是可以减小由触摸引起的频率波动,由此减少相邻通道之间的可能重叠。给定通道的谐振频率标称为 $1/(2\pi\sqrt{L\cdot C})$,并且因此,较低的电容(C)可以更可能用于较高频率。图16中所示的串联电容器CS可具有以下益处。它可以允许使用稍高频率的通道,和/或它可以允许更多通道被压缩到可用频带中。

[0142] 本文描述的实施例可以减少电容式触摸传感器装置所需的输入和输出连接的数量。减少所需的输入和输出的数量可以允许更好地利用基板层的边缘周围的空间,降低控制器复杂性并增加控制器的适应性以用于不同的传感器装置。此外,单个控制器可以被编程为与多个不同配置的触摸传感器装置一起工作。连接到输入和输出的导线的数量的减少可以允许通过配置扫描过程(例如,要扫描的频率)为小面板和大面板配置单个控制器。

[0143] 应当理解,可以实现上述方法中的一个以上的方式的组合。实施例不限于本文公开的任何特定的一个或多个方式、方法或装置。本领域技术人员将理解,在不脱离权利要求的范围的情况下,可以在各种实施方式中对本文描述的实施例进行变化、改变。

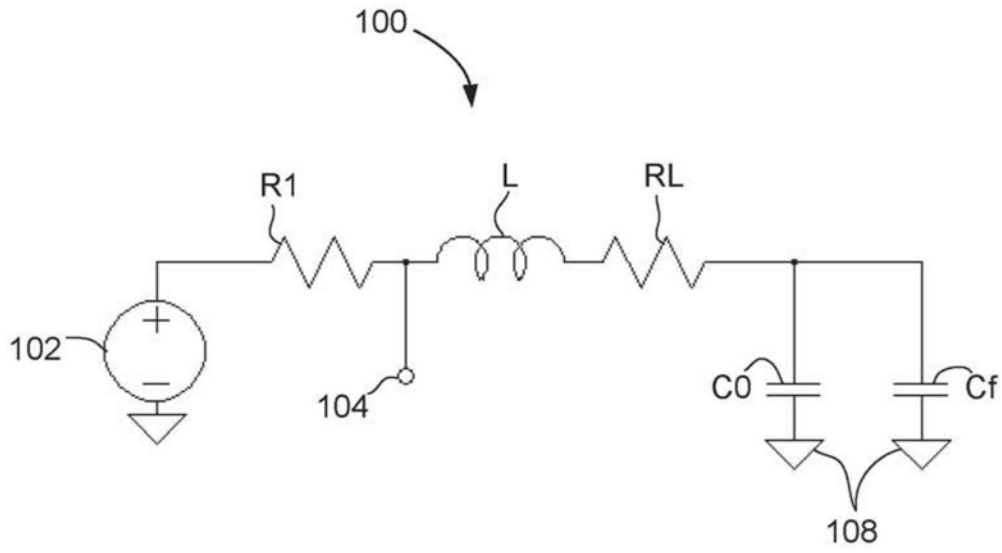


图1

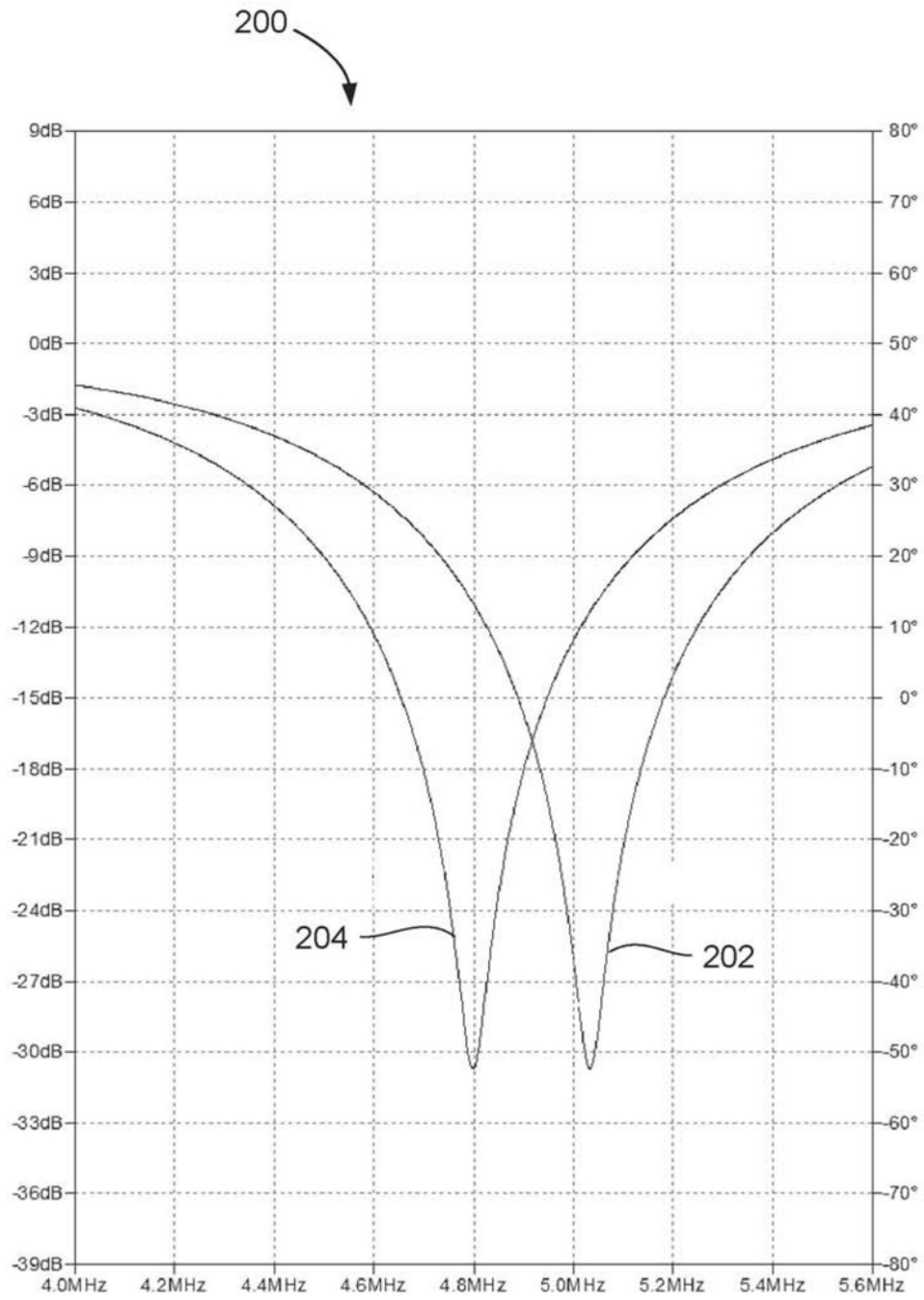


图2

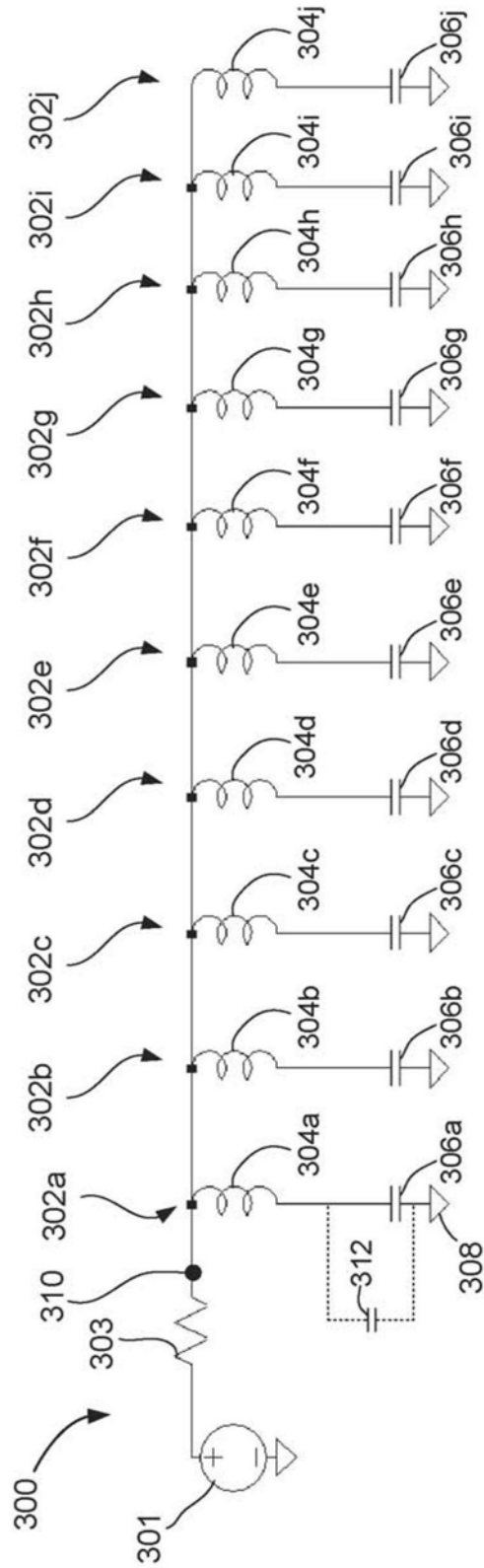


图3

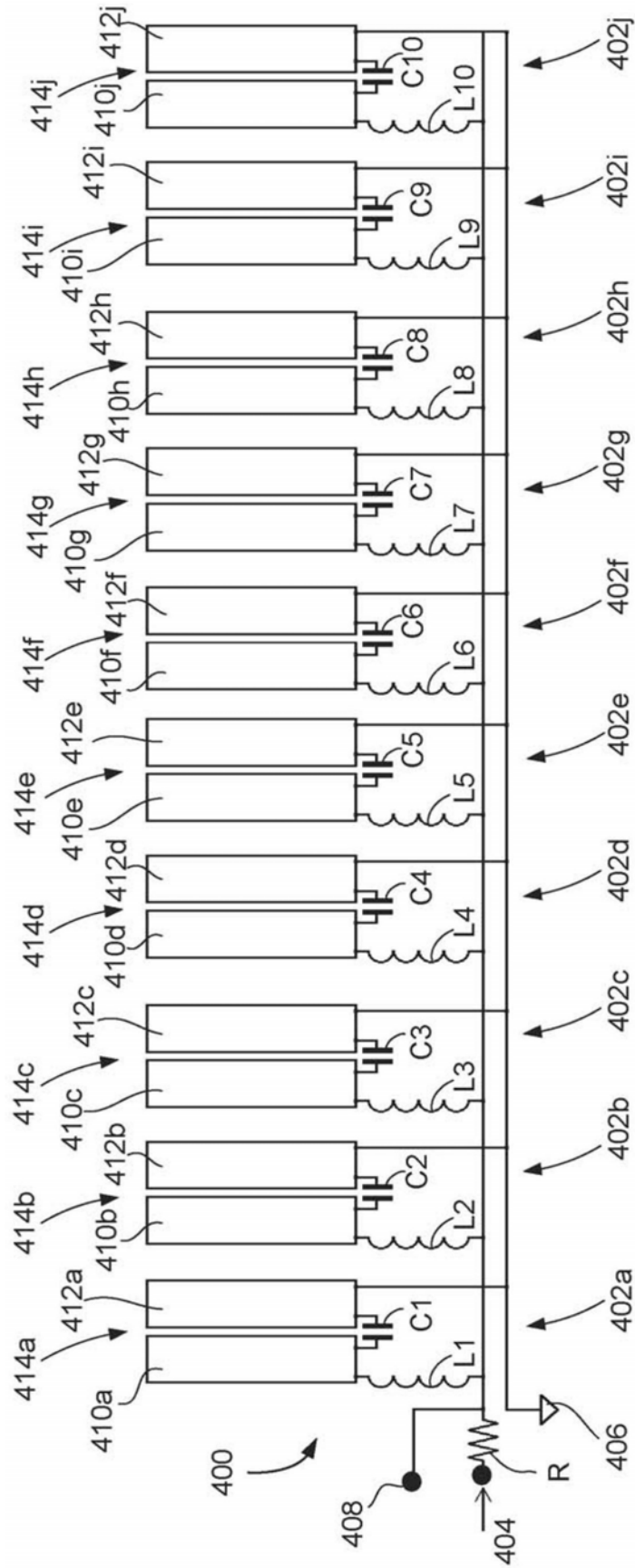


图4

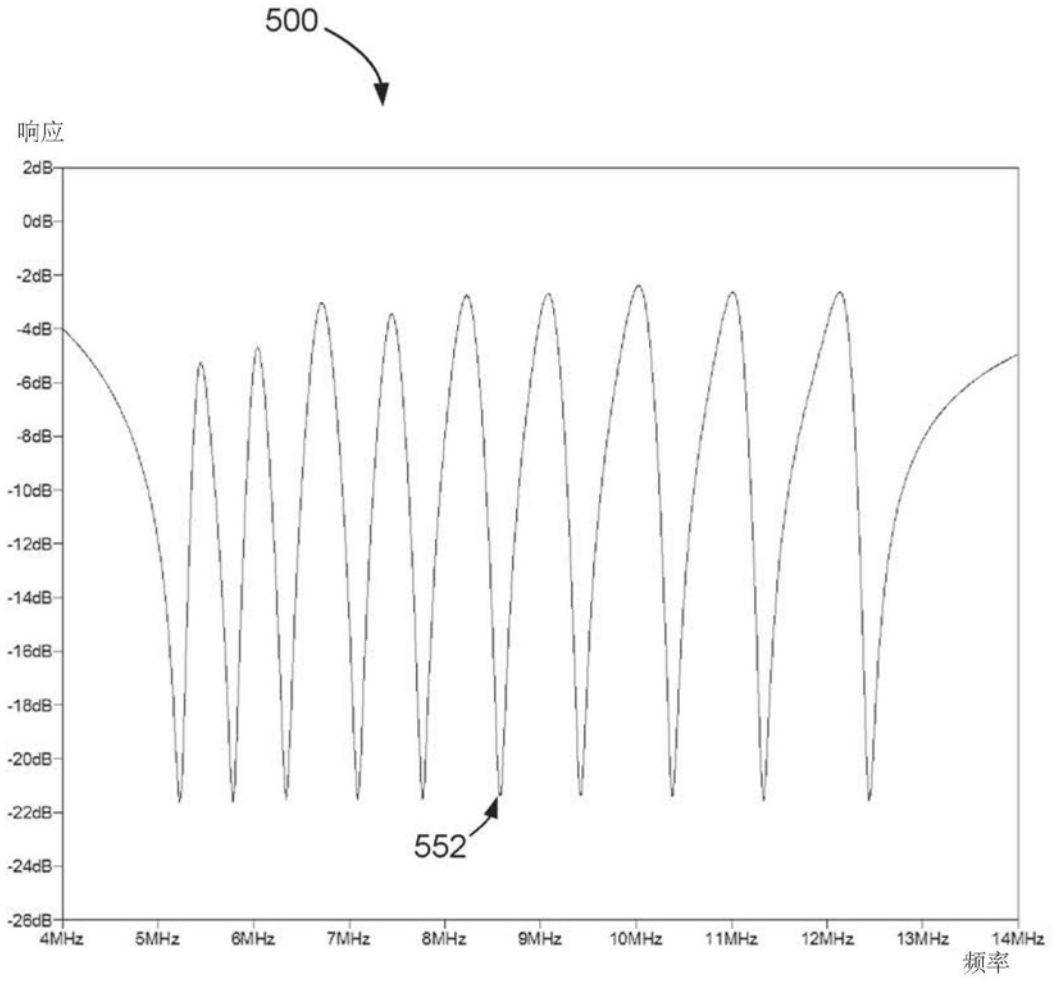


图5A

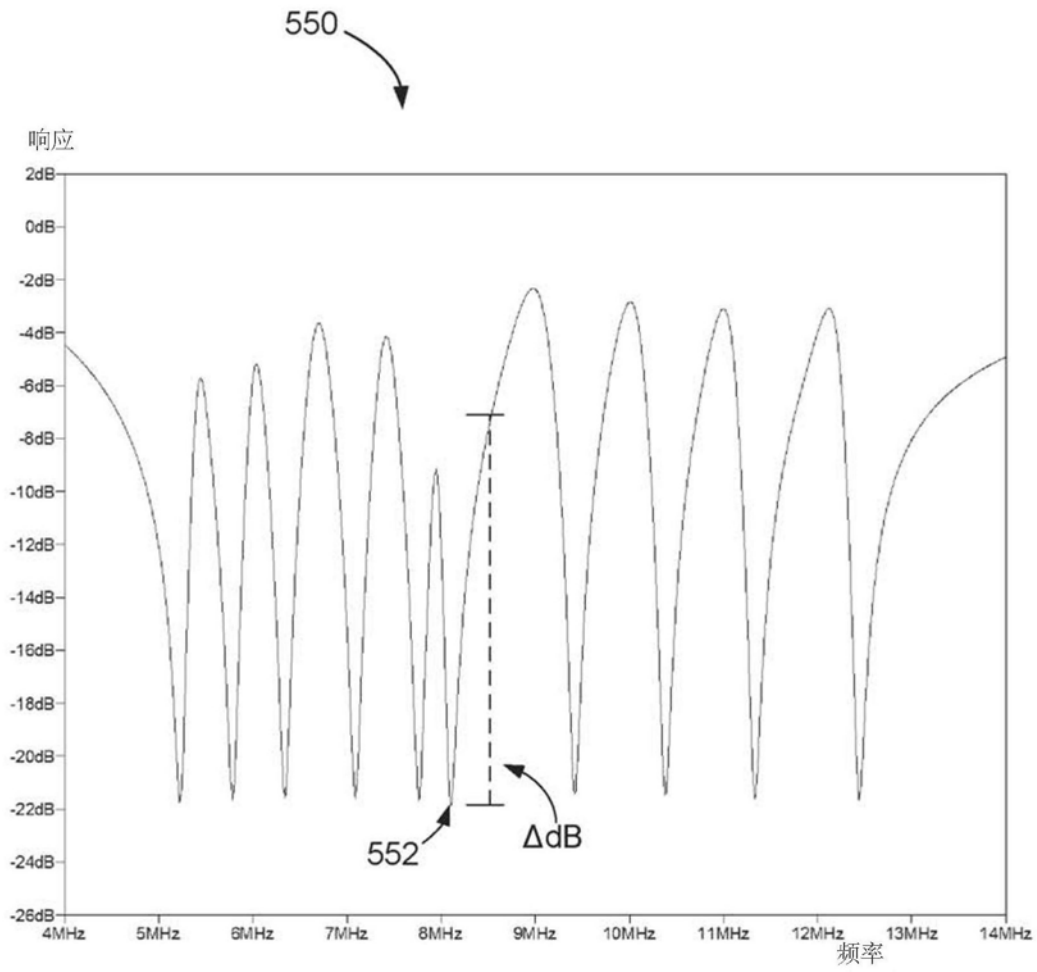


图5B

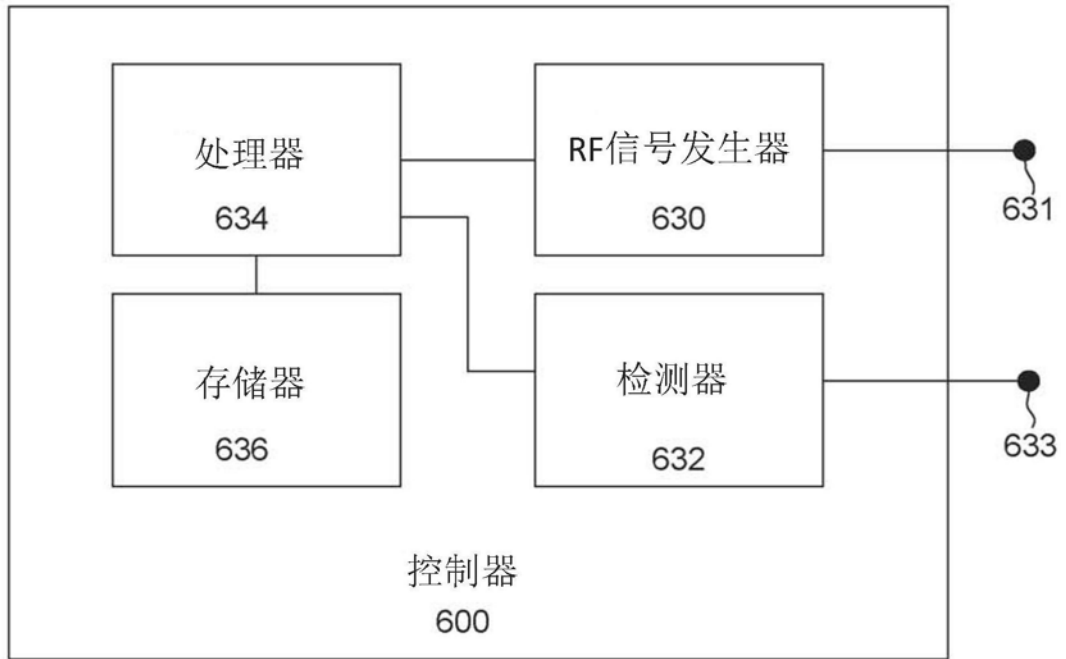


图6

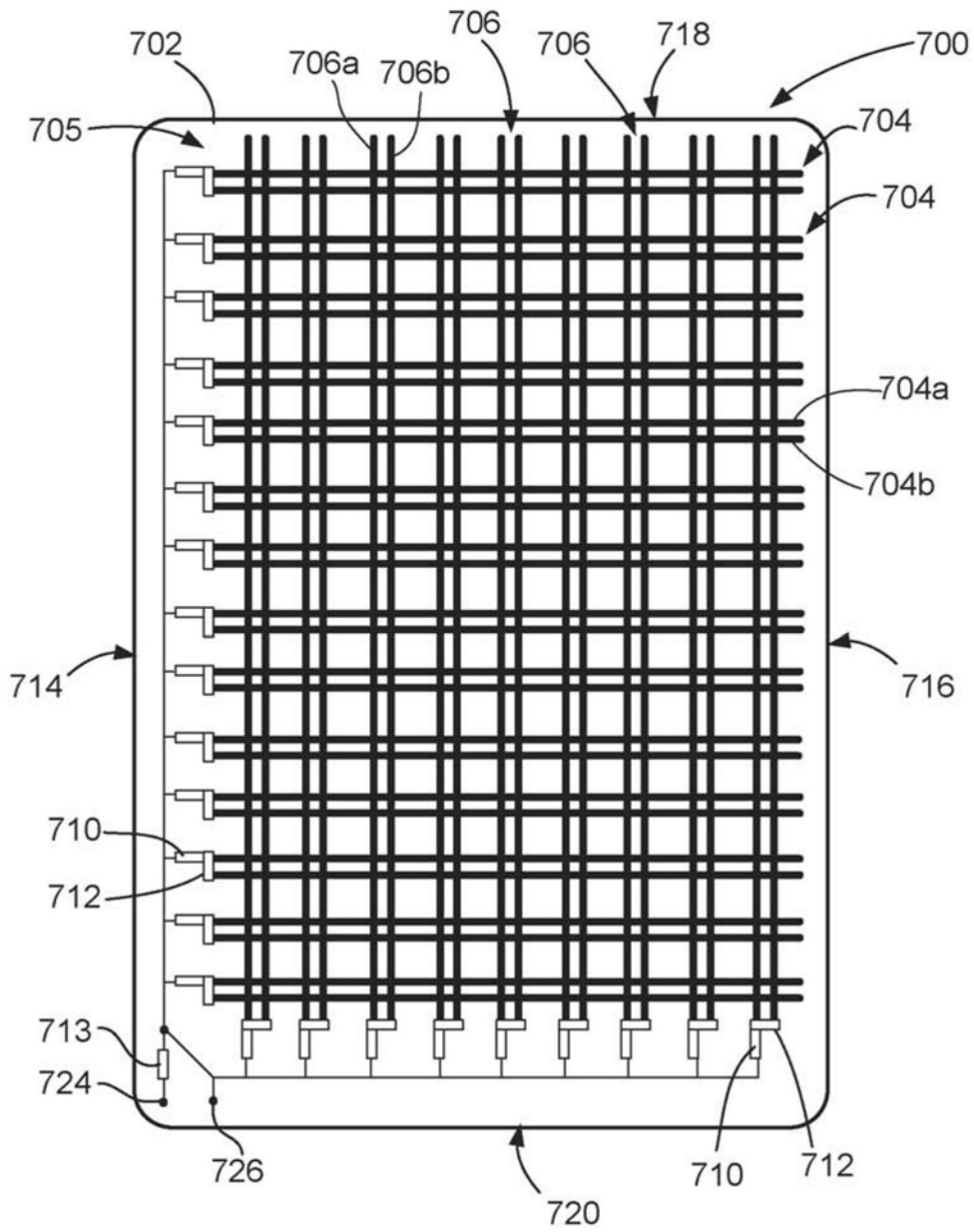


图7

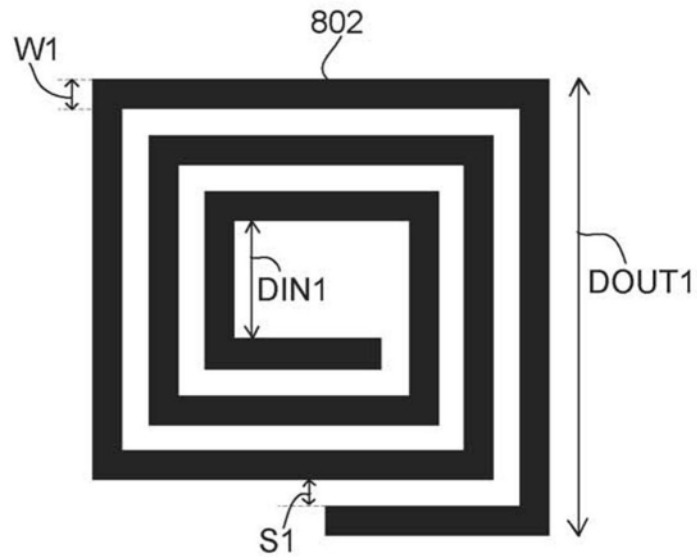


图8A

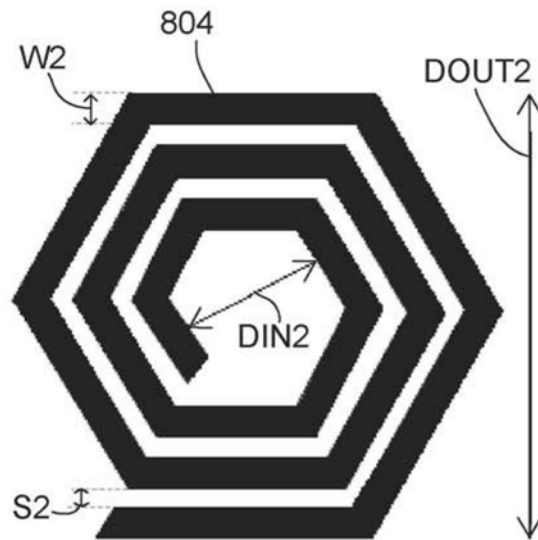


图8B

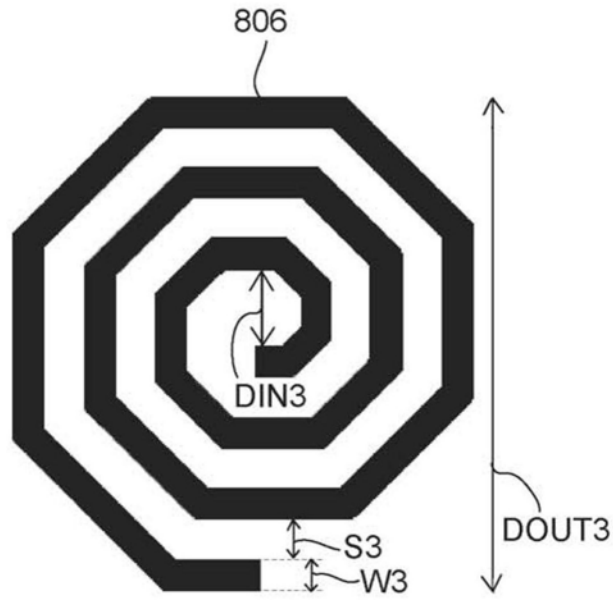


图8C

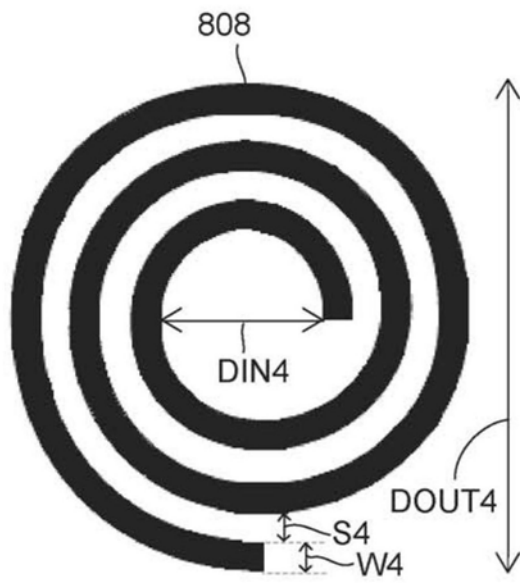


图8D

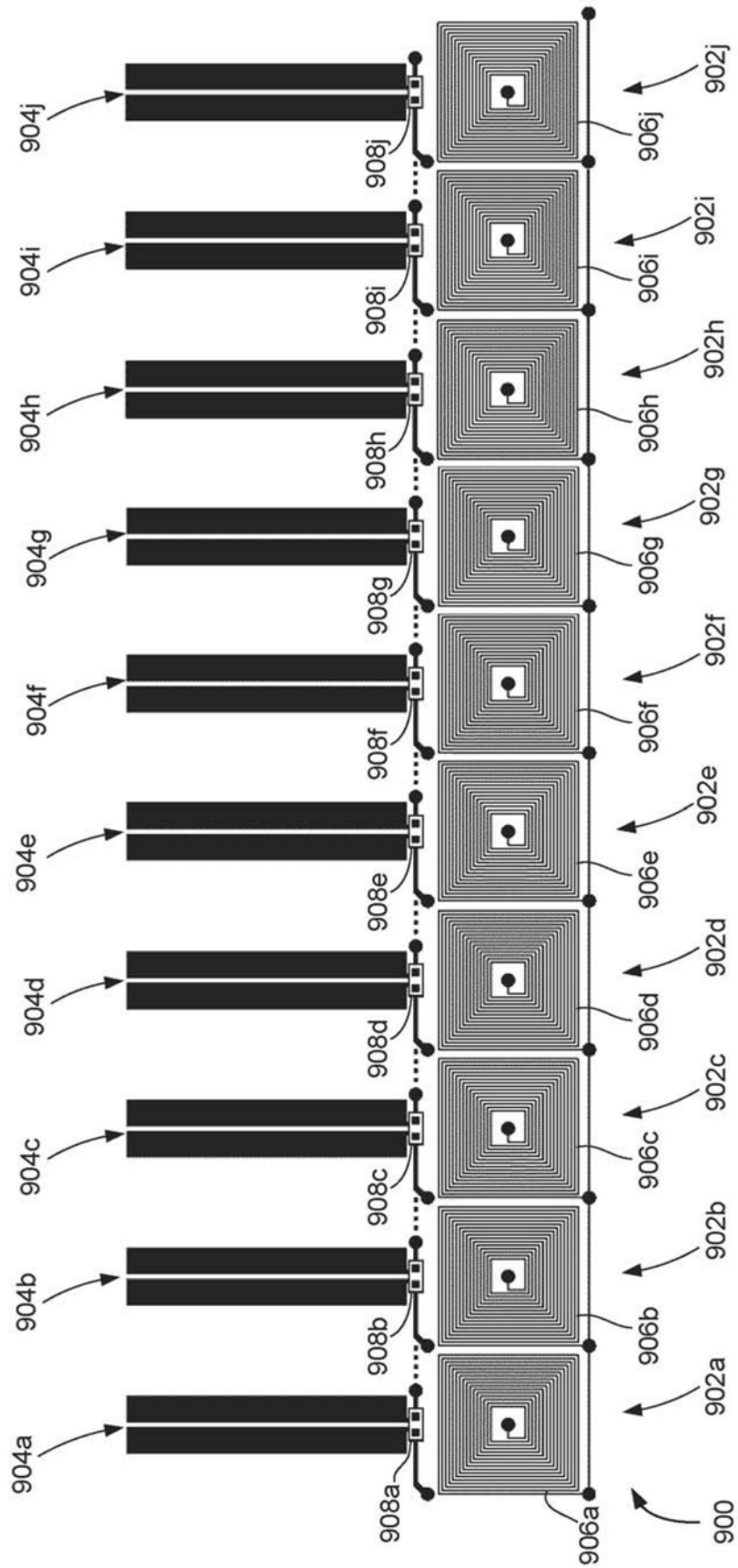


图9

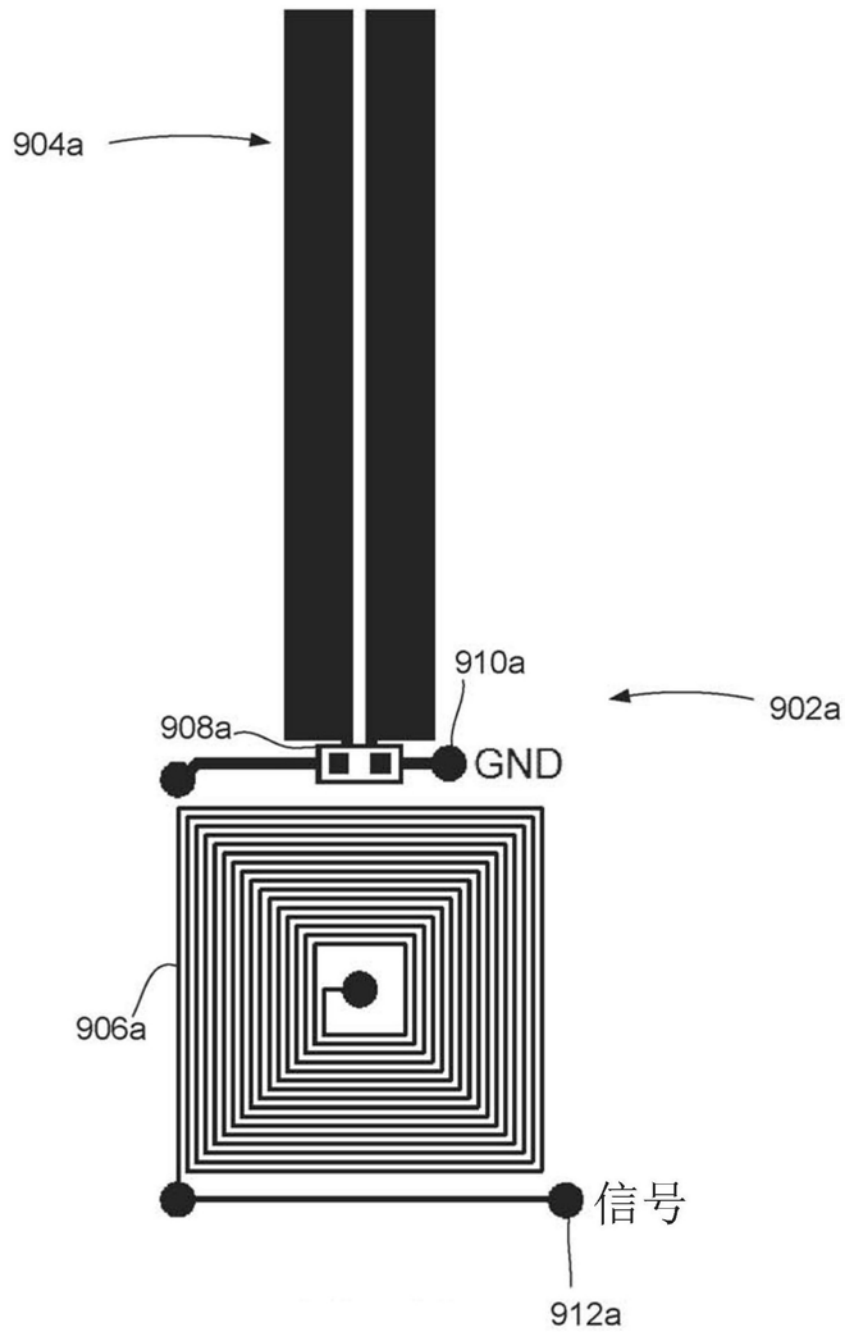


图10

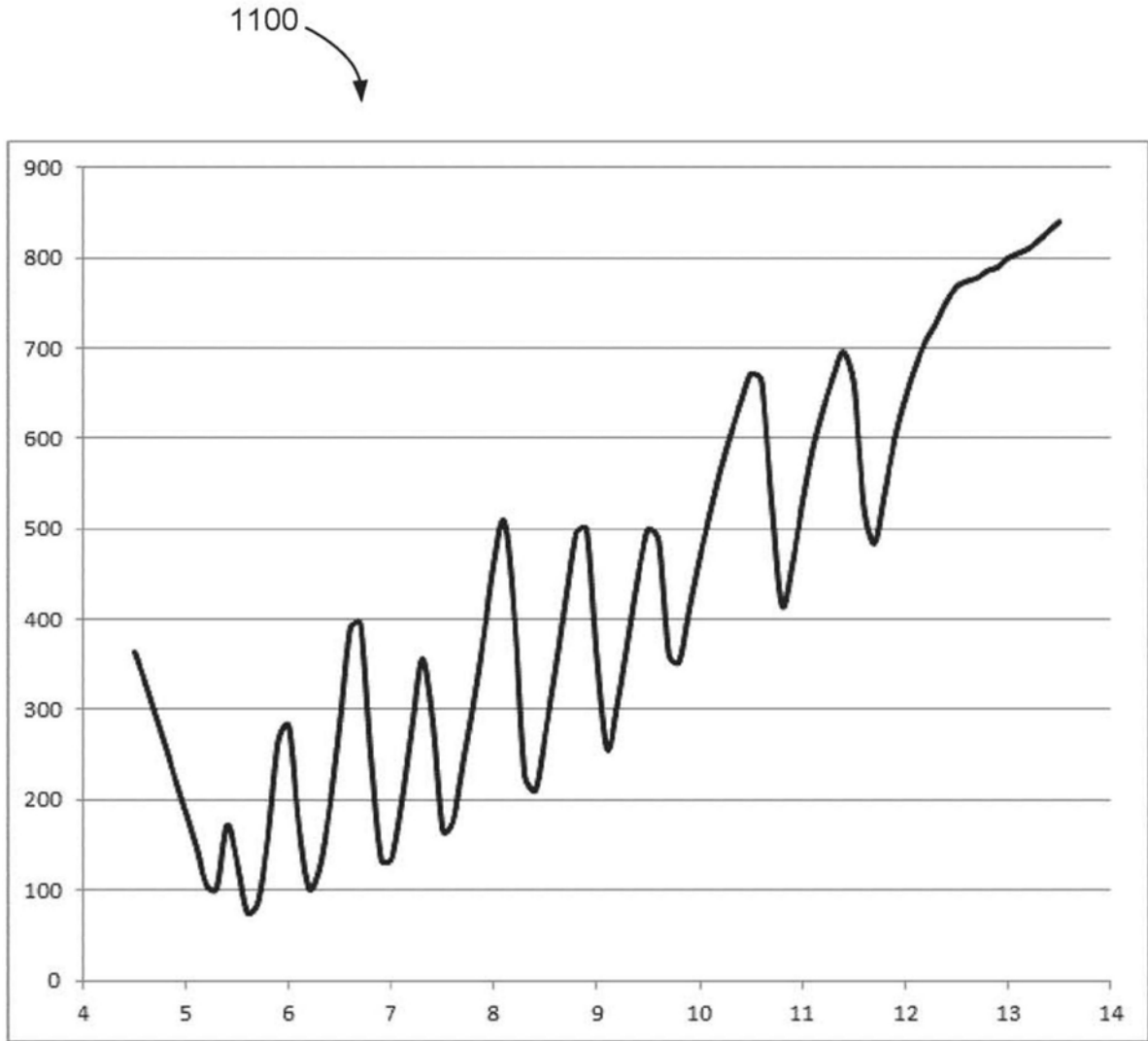


图11

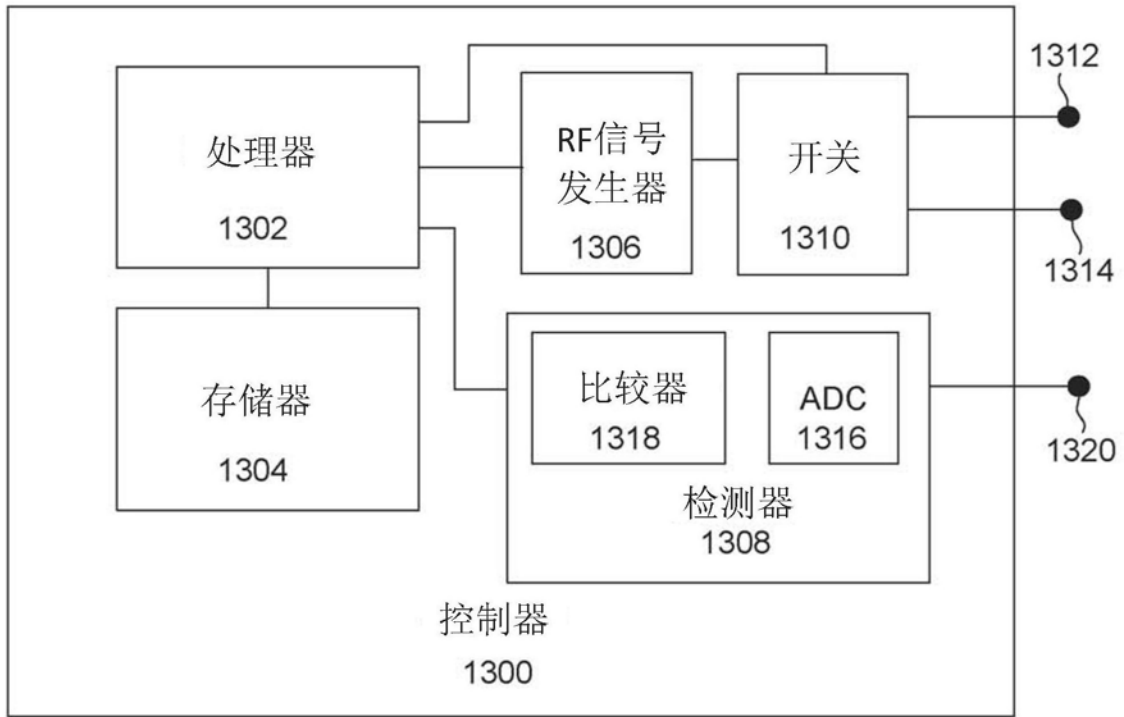


图13

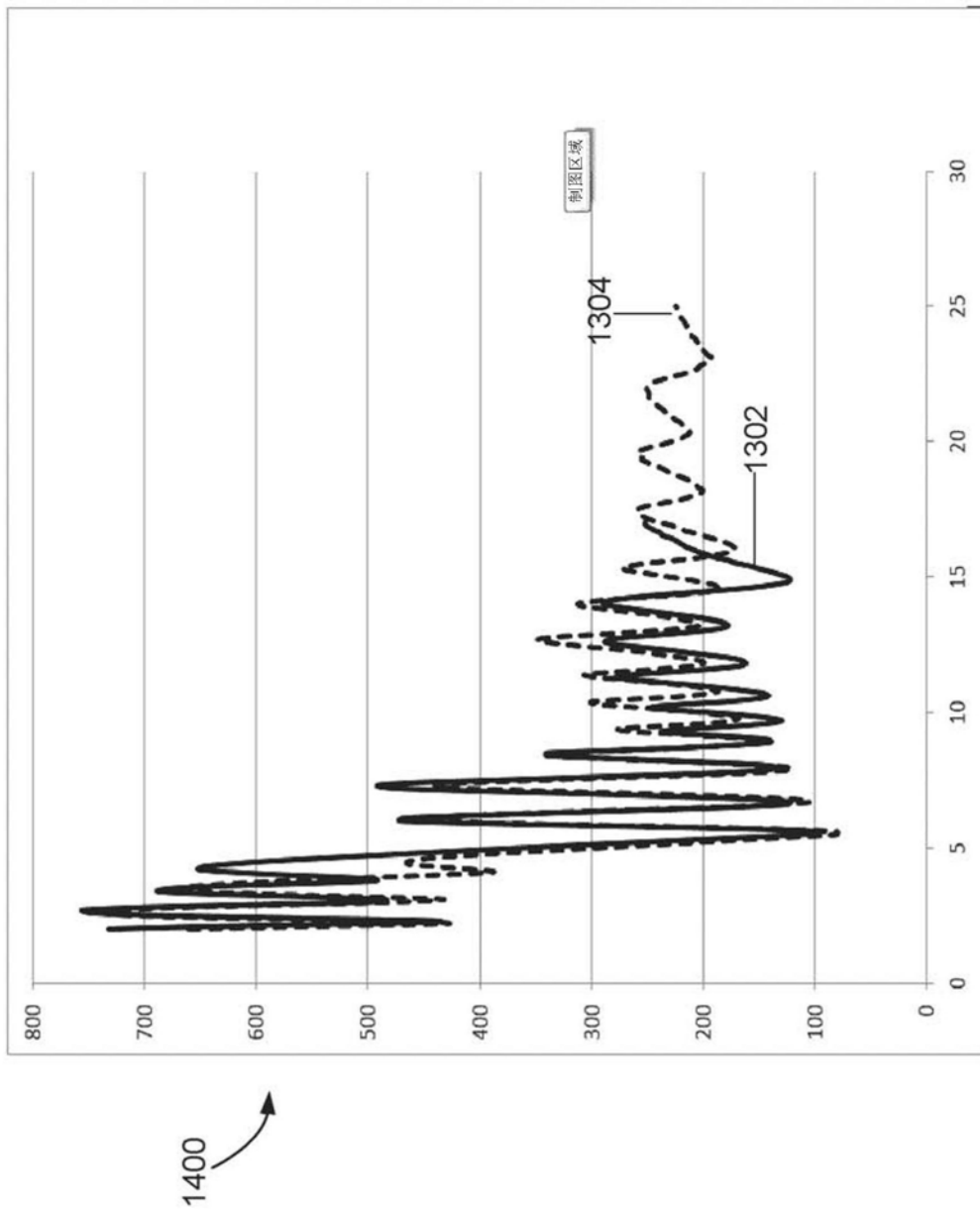


图14

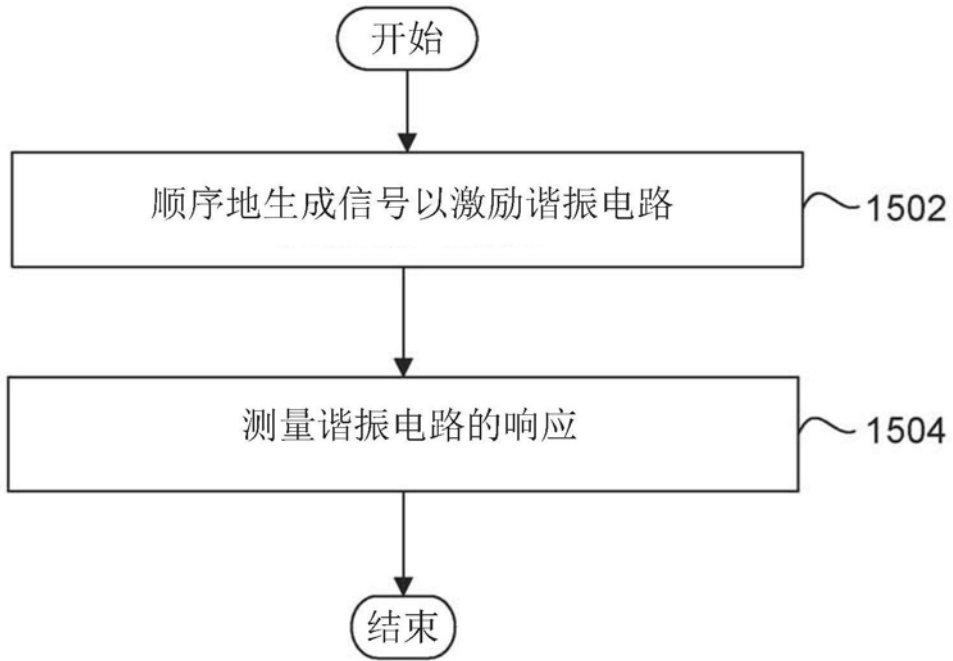


图15

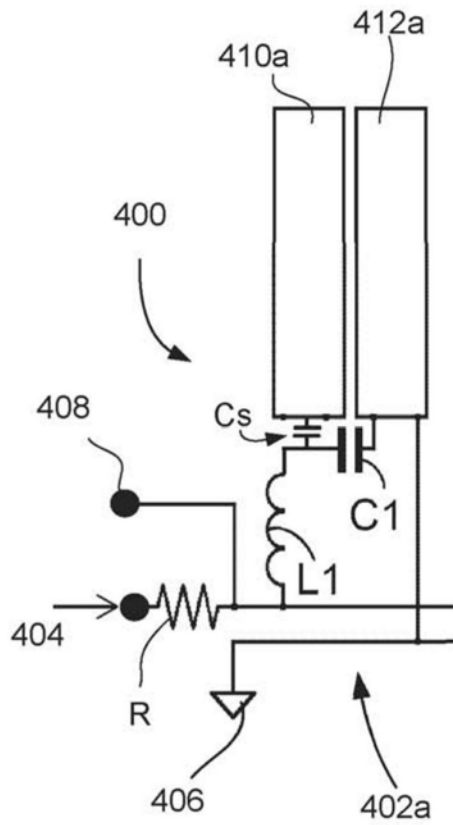


图16