



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108604733 B

(45) 授权公告日 2021.07.30

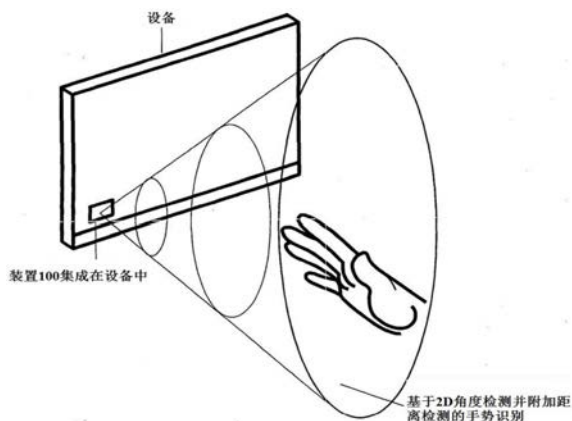
(21) 申请号 201680079873.3  
 (22) 申请日 2016.01.26  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 108604733 A  
 (43) 申请公布日 2018.09.28  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2018.07.24  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/RS2016/000001 2016.01.26  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02017/131545 EN 2017.08.03  
 (73) 专利权人 纽威莱克公司  
 地址 塞尔维亚贝尔格莱德  
 (72) 发明人 韦利科·米汉娄维奇  
 韦塞利·布兰科维奇 (续)  
 (74) 专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理  
 有限公司 11444  
 代理人 王刚 龚敏

(51) Int.Cl.  
 H01Q 9/28 (2006.01)  
 H01Q 21/24 (2006.01)  
 G01S 7/02 (2006.01)  
 G01S 7/03 (2006.01)  
 G01S 7/35 (2006.01)  
 G01S 7/41 (2006.01)  
 G01S 13/00 (2006.01)  
 G01S 13/42 (2006.01)  
 G01S 13/44 (2006.01)  
 G01S 13/50 (2006.01) (续)  
 (56) 对比文件  
 WO 2015200710 A2, 2015.12.30  
 WO 2015174879 A1, 2015.11.19  
 CN 105022059 A, 2015.11.04  
 CN 1853158 A, 2006.10.25  
 CN 103793059 A, 2014.05.14  
 CN 103984971 A, 2014.08.13  
 审查员 李秋实  
 权利要求书3页 说明书10页 附图10页

(54) 发明名称  
 用于手势和动作分析的毫米波传感器系统  
 (57) 摘要

本发明涉及一种手势检测装置和操作方法,包括毫米波雷达传感器(100),其具有集成的毫米波IC前端(10),具有天线系统的特殊布置,具有角度检测新技术,并且不包含无线电下变频拓扑,在非专业雷达系统中很常见。所述装置能够检测所述二维目标角度,具有固有的低成本系统拓扑,适合作为消费者应用中常用的手势检测系统的功能替代。所述装置拓扑结构包括两个发射平面天线(221,222)和两对接收天线(221,222;216,217),没有接收器链的下变频,但具有引入的模拟信号组合结构(213,218)和毫米波功率检测器(214,215,219,2120)。具有集成天线、毫米波IC和数字处理部件的完整的所提出的传感器设备拓扑结构可以在小于1×1×0.5cm的模块中

实现,并且在60GHz频带中操作用于工业、医疗保健和消费者应用以及在77-81GHz频带中用于汽车应用。传感器模块的集成可以通过聚合物技术执行。传感器可以用作另一个设备或小配件的一部分。



CN 108604733 B

[接上页]

(72) 发明人 达科·塔搜万克 马柯·帕拉索斯 (51) Int.Cl.  
多德·格拉温吉克 G01S 13/88 (2006.01)  
伊凡·米娄散韦利维奇 G06F 3/01 (2006.01)  
度散·克瑞卡姆

1. 一种毫米波表示在30GHz和300GHz之间的操作范围的手势检测传感器装置(100), 该装置包括:

- 用于发射毫米波无线电信号的平面天线系统(221);
- 用于发射毫米波无线电信号的平面天线系统(222);
- 用于接收毫米波无线电信号的平面天线系统(211);
- 用于接收毫米波无线电信号的平面天线系统(212), 其与所述平面天线系统(211)的距离为d, 且垂直于传感器观察区域;
- 用于接收毫米波无线电信号的平面天线系统(216), 其与所述平面天线系统(217)的距离为d, 且垂直于所述传感器观察区域;
- 集成毫米波无线电前端(10), 以任意半导体技术实现, 且具有芯片上集成的毫米波电压控制振荡器、毫米波功率放大器、数字控制接口、电源、N个毫米波功率检测器, 其中N是一个大于1的整数, 具有低频电压增益控制的信号调节模拟电路以及具有任意实现选项的模拟滤波结构;
- 模拟信号组合实体(213)和(218), 执行两个进入的毫米波信号的任意线性组合, 提供两个输出毫米波信号, 其中所述线性组合包括通过线性的任意实现方式对信号进行增加、分离和相移处理;
- AD转换实体(30);
- 数字处理实体(40), 包括控制功能(41)和用于通过任意类型的实现选项执行数字信号处理的计算和存储性能;
- 与装置(100)外部实体的接口, 包括N个数字有线接口, 其中N是大于零的整数;
- 支持电路(50), 包括与环境的机械接口, 其中所述装置(100)正在操作并支撑用于所述装置(100)的电子电路; 其中
- 所述平面天线系统(221), (211)和(2121)具有一个线性极化, 并且天线系统(222), (216)和(217)具有垂直线性极化;
- 所述天线系统(211)和(212)以及(216)和(217)具有与操作频率的波长相关的预定距离值;
- 所述系统不包括用于无线电信号的下变频的混频器结构;

其中未经调制的信号, 即连续波(CW)由平面天线系统(221)及(222)发送, 并在集成毫米波无线电前端(10)中生成;

其中操作装置(100)方法包含:

- 提供部分从所述传感器前面的人反射的所接收的毫米波信号, 经由附加分配器到达所述混频器, 在与VCO信号混合之后, 将该信号提供给所述AD转换实体(30);
- 由数字处理实体(40)执行的数字信号处理, 其中数字滤波提供振动检测, 该检测与装置(100)前面的人的生命信号呼吸频率和心脏频率相关;

监测人的生命信号并进行描绘和分析, 以便对与生命体征值的统计分布相关的预定义事件做出结论。

2. 根据权利要求1所述的装置(100), 其中装置(100)前方的区域包含:

- 平面天线系统(221), 发射在所述毫米波RF IC前端(10)中产生的毫米波信号, 其中所述信号是连续波(CW), 连续波由两者都集成毫米波无线电在前端(10)中的电压控制振荡

器 (VCO) 和增益控制功率放大器 (PA) 产生;

- 由所述天线系统 (211) 接收从目标的观察区域反射的毫米波信号; 并且由所述天线系统 (212) 分别向所述模拟信号组合实体 (213) 提供两个毫米波的相应接收信号; 其中所述实体 (213) 实现幅度变化、信号相位变化以及信号组合, 其中所述实体 (213) 由任意分布的无源或有源模拟电路装置释放;

- 使用天线系统 (222) 发射在所述集成毫米波无线电前端毫米波 (10) 中产生的毫米波信号, 其中所述信号是连续波 (CW), 连续波由集成毫米波无线电前端 (10) 中的电压控制振荡器 (VCO) 和增益控制功率放大器 (PA) 生成;

- 由所述天线系统 (216) 接收从所述目标的观察区域反射的毫米波信号; 并且由所述天线系统 (217) 分别向所述模拟线性信号组合实体 (218) 提供两个毫米波的相应接收信号; 其中所述实体 (218) 使得幅度改变、信号相位改变并进行信号组合, 其中所述实体 (218) 由任意分布的无源或有源模拟电路装置释放;

- 由所述实体 (213) 向功率检测器 (214) 和 (215) 提供来自所述天线系统 (211) 和 (212) 的线性组合天线输入信号;

- 由所述实体 (218) 向功率检测器 (219) 和 (212) 提供来自所述天线系统 (211) 和 (212) 的线性组合天线输入信号;

- 向AD转换实体 (30) 提供功率检测器 (214)、(215)、(219) 和 (2120) 的输出, 该AD转换实体 (30) 向数字处理实体 (40) 提供数字化信号;

- 一种数字处理实体 (40):

- 通过利用具有以下输入项的数学运算来计算与障碍物的参考X平面角度: 功率检测器 (214) 和 (215) 的值, 装置 (100) 中的天线系统 (211) 和 (212) 的物理距离, 以多项式方式使用代数和反三角函数数学运算, 其中装置 (100) 中天线之间的物理距离取与所述操作频率的波长相关的特定值;

- 向实体 (60) 提供所计算的角度信息;

- 通过利用具有以下输入项的数学运算来计算与障碍物的参考Y平面角度, 其中参考Y平面与参考X平面正交: 功率检测器 (219) 和 (2120) 的值, 装置 (100) 中天线 (216) 和 (217) 的物理距离, 以多项式方式使用代数和反三角函数数学运算, 其中装置 (100) 中天线之间的物理距离取与所述操作频率的波长相关的特定值;

- 从两个正交平面向实体 (60) 提供所计算的角度信息;

- 实体 (60), 实时地向装置 (100) 的基础设施外部的区域提供关于目标的对象相关的二维角度位置的信息;

- 装置 (100) 外部的处理单元, 所述处理单元利用任意模式的提取算法捕获所述目标的所述二维角度位置的时间的连续变化, 并且将这些变化映射到预定义手势模式数据库, 以与待识别的特定事件相关。

3. 根据权利要求1所述的装置, 其中实体 (213) 和 (218) 包含两个分离器、两个功率组合器和一个90度的移相器, 通过集成毫米波无线电前端 (10) 内的任意拓扑和实施方实现, 并分别向毫米波功率检测器 (214) 和 (215) 输入项和 (219) 和 (2120) 提供两个毫米波组合信号。

4. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中实体 (211) 和 (212) 之间的距离 ( $d_x$ ) 以及实体

(216) 和 (217) 之间的距离 (dy) 在四分之一波长和一个完整波长之间, 与操作频率相关。

5. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中装置 (100) 结合在集成毫米波无线电前端 (10) 中, 具有:

- 由任意拓扑释放的附加混频器功能,
- 由任意拓扑释放的功率分配器,
- 由任意拓扑释放的模拟滤波器,
- 由任意拓扑释放的可变增益放大器,

其方式是在天线系统 (211) 之后通过将一部分信号提供给混频器并将一部分信号提供给所述线性组合实体 (213) 来实现功率分配器, 并且其中所述混频器输出连接到所述模拟滤波器, 其中所述模拟滤波器连接到可变增益放大器, 并且所述可变增益放大器连接到所述AD转换功能 (30)。

6. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中装置 (100) 具有通过CMOS技术实现的集成毫米波无线电前端 (10), 其栅极长度小于90nm。

7. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中AD转换实体 (30), 数字处理实体 (40), (41) 和 (60) 集成毫米波无线电前端 (10) 相同的硅片上。

8. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中平面天线系统 (221)、(211)、(212)、(222)、(216) 和 (217) 集成在与所述毫米波IC实体 (10) 相同的硅片上。

9. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中所述平面天线系统 (221)、(211)、(212)、(222)、(216) 和 (217) 连接到所述毫米波IC实体 (10), 并且实体 (10) 连接到所述数字处理实体, 包括用聚合物技术实现的AD转换实体 (30), 数字处理实体 (40) 和 (60)。

10. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中所述平面天线系统实体 (221)、(211)、(212)、(222)、(216) 和 (217) 使用差分馈送连接到集成毫米波无线电前端 (10), 并且所述实体是偶极子天线。

11. 根据权利要求1所述的装置 (100), 其中所述平面天线系统 (221)、(211)、(212)、(222)、(216) 和 (217) 由平面印刷偶极子实现, 其中装置 (100) 具有反射器以提供垂直于所述装置的表面的辐射图。

12. 根据权利要求1所述的装置, 其中装置 (100) 前面的反射目标是人手的一部分。

13. 根据权利要求1所述的装置, 其中装置 (100) 前面的反射目标是人的手指。

14. 根据权利要求1所述的装置, 其中不止一个装置 (100) 集成在同一电子设备中, 其中装置之间的距离和它们测量2D角度位置的能力用于增加所述手势传感器的准确度。

15. 根据权利要求1所述的装置, 其中不止一个装置 (100) 集成在同一电子装置中, 其中装置之间的距离和它们测量2D角度位置的能力用于计算与目标的距离。

16. 根据权利要求1所述的装置, 其中装置 (100) 通过任意数字接口连接器附接到所述电子设备, 所述电子设备是独立的小配件, 并且没有集成在具有其他功能的电子设备中。

17. 根据权利要求1所述的装置, 其中装置 (100) 通过任意无线连接附接到所述电子设备, 所述电子设备是独立的小配件, 并且没有集成在具有其他功能的电子设备中。

## 用于手势和动作分析的毫米波传感器系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种手势分析装置和操作方法,包括具有集成的毫米波IC前端和创新拓扑的毫米波雷达传感器。所述装置能够通过二维角度检测来检测目标的运动。该装置具有固有的低成本系统拓扑,并且适合作为现有技术的基于TOA视频技术的传感器的功能替代品。所述拓扑的优点是2D空间中手势检测,而无需对目标进行距离检测。所述装置拓扑包括至少一个发射和两对接收平面天线系统、毫米波雷达拓扑、模拟组合电路和N毫米波功率检测器,其中N取2和更高的整数值。该毫米波雷达拓扑包括至少一个发射机链,基于连续波雷达进行基于功率探测器和可选的多普勒雷达工作原理的二维角度分辨率检测。本文介绍了所述装置的具体操作方法。该系统有利地适用于低复杂度小尺寸的HMI接口,其中所述目标是人的手指或人体的其他部分。

### 背景技术

[0002] 在以下应用场景和特定特征中,具有强烈动机为手势感测应用配置智能、小尺寸、低功耗和低成本传感器:

[0003] a) 检测可变距离处的专用目标移动,靠近受控设备,其中目标是人体的一部分或者一些小型机器,并且其中所述目标与使用分析姿势信息的所述对象的距离小于1米。

[0004] b) 所述系统具有非常低的功耗,其中包括模拟和数字电路的所述系统能够被集成在便携式电池驱动设备中。

[0005] c) 所述系统的尺寸非常小,可以将其集成到小型便携式设备中,如平板电脑。

[0006] 同时,要求传感器能够通过观察特定区域来检测在大于一米的距离处的目标位置,这在成本和功耗方面都很低。

[0007] 目前市场上配置的大多数现有技术的手势检测传感器基于针对短距离的到达时间系统方法和针对长距离的视频信号处理。

[0008] 本文介绍了一种基于毫米波雷达的原理,该雷达具有特殊的模拟拓扑结构,允许:

[0009] • 极低的操作成本

[0010] • 捕获的手势信息独立于距传感器的绝对距离,并且由于简化的信号处理,可以有效识别和处理该信息,允许电池供电配置,显著降低现有便携式手势系统的功率。

[0011] • 所述传感器的关键特性是新系统拓扑强加的新功能,以基于角度检测识别特定目标二维运动,角度检测可选地可以与距离变化的检测以及由所述目标施加的振动变化相结合。所述目标可以是人体的一部分,比如手指。

[0012] • 所述传感器还可以同时用作生命体征传感器,其中相同的硬件提供比现有技术手势传感器更多的特征,其中所述目标是用户自身,其位于配备有所述传感器的所述移动设备的前方。

[0013] • 所述传感器同时还可以用做情绪传感器,其中相同的硬件提供比现有技术手势传感器更多的特征,其中所述目标是用户自身,其位于配备有所述传感器的所述移动设备的前方。

[0014] • 所述传感器可选地可以用作从集成移动设备到目标的距离传感器,所述目标可以是用户自身,其中相同的硬件提供比现有技术手势传感器更多的特征。在这种情况下,要求所述设备硬件进行扩展,增加复杂性。

[0015] 以下对现有技术的手势捕获系统进行概述:

[0016] US 6128003,日立的“手势识别系统和方法”利用基于视频的信息处理来进行手势分析。

[0017] US 20120001875,高通的“使用连续波超声信号的无接触感测和手势识别”将超声系统用作捕获手势信息的传感器。

[0018] US 7643006,Smart technologies的“手势识别方法和结合该手势识别方法的触摸系统”进行图像分析以用于手势信息提取。

[0019] US 8660300,Optical Silicon Laboratories的“用于光学手势识别的装置和方法”引入了光发射器和接收器。

[0020] US 8064704,三星的“用于移动电话的手势识别输入系统和方法”提出用于手势分析的视频图像比较。

[0021] US20120200486,Texas instruments的专利申请“红外线手势识别设备和方法”提出了用于手势分析的红外图像处理。

[0022] US 8345920,Northrop Grumman的“具有光漫射屏幕的手势识别界面系统”介绍了光源和相机系统。

[0023] US 8223589,MIT的“手势识别装置和方法”提出超声系统作为用于手势分析的主要传感器装置。

[0024] US 8768006,惠普的“手势识别”介绍了视频处理。

[0025] CN 103793059,该专利申请介绍了基于时域多普勒手势识别方法的复原,并提出了雷达原理,其中所述目标的移动引起相位和频率的变化。

[0026] WO 2013082806,诺基亚的专利申请“基于多个传感器信号的融合识别手势的方法和装置”。在该方法中,接收一系列图像帧和一雷达信号序列。该方法确定指示手势的一系列图像帧的评估分数。配置了基于多普勒效应的运动分析。

[0027] 所述发明利用了例如在CN 103793059和WO 2013082806中的雷达原理,但是如果该目标不移动,则可以检测该目标,其在CN 103793059和WO 2013082806中并非如此。

[0028] 这意味着与现有技术相比,所述系统可以检测具有更高复杂度的手势模式,即全新的一类手势。例如,二维目标位置的图案不代表目标的运动,这是多普勒应用所必需的。

[0029] 在例如目标是人的手指的情况下,手势的扩展技术可以通过目标到传感器的二维角度位置组来定义,如果目标与传感器本身具有不同的距离,则该二维角度位置组是独立的。

[0030] 所述装置的关键构建块是毫米波雷达集成IC传感器,其具有特别提出的拓扑和构建块,不同于现有技术的解决方案。根据所述操作方法的描述,这些构建块允许特定的简化信号处理,由此允许在数字处理域中进行较低复杂度的计算,从而降低系统成本和功耗。

## 发明内容

[0031] 本发明提出了一种装置100和操作方法,用于固有低复杂度、低成本拓扑和低功率

毫米波雷达传感器,其目标是作为主要的应用手势检测。

[0032] 装置100及其操作方法提供以下操作特征:

[0033] 1.检测朝向目标的二维角度;其中所述目标作为一般目标可以是人体的一部分。在消费者和工业市场应用的许多实际情况中,所述目标可以是集成在台式设备中的传感器前面移动的手指,如图1中所示。

[0034] 2.通过扩展设备复杂性和信号处理工作,可选地能够确定传感器前方人体的生命体征。

[0035] 3.能够集成到更复杂的系统中,如消费类平板电脑或智能手机,或电池供电的工业指挥和监控设备。这意味着在配置过程中,所述装置可以是小尺寸的,具有高度集成的能力,意味着具有小的厚度。与现有技术的视频处理基于ToA的手势传感器相比,还具有低功耗,这与减少的数字信号处理活动有关。

[0036] 4.能够使具有天线、模拟IC部件和数字部件的整个设备的尺寸小于10mm x 10mm x 5mm,将其释放用于毫米波范围的操作频率。对于非汽车应用,如智能手机、平板电脑和便携式消费品,操作最好采用ISM频段,如60GHz和120GHz ISM频段;对于汽车应用,例如用于多媒体系统的汽车HMI接口,最好采用77-81GHz频段。

[0037] 对于上述特征1-4,所有必要的计算测量可以由装置100本身执行,而不需要额外的外部计算实体的信号处理功率。

[0038] 毫米波频段(30GHz至300GHz)和有利的60GHz和120GHz ISM频段的选择主要与天线系统的尺寸有关,允许小型紧凑设备,尽管使用了具有一个以上辐射元件的高增益天线,该选择与ISM频段全球监管相结合。在77-81GHz汽车监管专用毫米波波段中,毫米波前端优选为汽车环境中的配置而运行。

[0039] 所述系统具有结合两种不同操作模式的技术能力和特定操作方法:

[0040] a) 模式一:在该模式中,所述装置在装置100的频带内的专用频率中以连续波(CW)模式运行。两个天线正在发射,两个天线正在接收反射信号。这些反射信号被线性组合并且为每对接收天线馈送到N个功率检测器,而没有下变频,其中N是大于1的整数。功率检测器输出的功率检测器值和相对值通过实体40中的低计算量来处理,以便在具有一对接收天线的方位平面中计算相对于装置100的前平面的目标角度,并且以在具有第二对接收天线的仰角平面中计算相对于装置100的前平面的目标角度。接收信号的线性组合包含通过多种方法和实现选项、通过无源装置选项、有源装置选项或其组合实现的幅度变化和相移。系统的直接输出是目标位置被定义为2维角度位置,没有到目标的距离。因此,如果目标(例如可能是人的手指)正在改变其二维角度位置,则系统可以检测由手指执行的手势。理论上,如果目标在两个不同距离处执行特定手势,但具有相同的二维角度位置,则系统可以检测相同的手势。例如,如果发现具有3D分辨率的真实位置,则该方法最小化信号处理,以消耗能够检测到的减少的手势类别。系统方法的实际优点是清楚的:在人类的直观姿势方法中,人类正在使用身体的一部分,例如手指,并限定靠近传感器的形状。独立于与距传感器的距离,无论是5cm还是50cm,人类可以描述相同的形状,并且信号处理可以更容易地处理目标的二维角度位置并且用较少的计算量来检测形状,从而降低系统复杂性。

[0041] b) 可选模式二:在该模式中,所述装置100由附加混频器的附加子系统扩展,其中所接收信号的一部分与CW信号混合,以多普勒频率模式进行滤波和处理。在这种情况下,多

普勒原理用于将传感器性能从纯手势检测传感器扩展到具有人体生命体征捕获选项的手势检测传感器。该特征关注诸如智能电话和平板设备之类的消费电子设备,其中相同的传感器执行姿势检测并且同时提供生命体征信息以及用户执行姿势的相应改变。在这种情况下,传感器可以以非接触方式捕获用户对平板设备功能的控制功能,同时捕获待由平板设备读出的用户的情绪状态或相关健康信息。

[0042] 所述装置100的关键系统相关组件是:

[0043] • 由多种技术和方法实现的平面天线系统,具有一个发射天线221,第二发射天线222和两对接收天线:第一对211和212,第二对216和217。可选地,仅使用所述发射天线222。

[0044] • 毫米波雷达,具有硅片10上的集成前端、片上系统、毫米波信号的模拟处理,其中包括以下实体:

[0045] o 线性信号组合实体213和218;

[0046] o N个功率检测器:214,215,219,2120,其中N可以取偶数值2,4或更大;

[0047] o VCO(电压控制振荡器)实体;

[0048] o 可选的PLL(锁相环),能够在操作频带内产生CW信号,并附带VCO分频器,以为PLL计算提供信号;

[0049] o PA(功率放大器),具有PA功率控制馈送TX天线221和222;

[0050] o DC(直流)电压调节器和电路偏置;

[0051] o 用于集成IC操作、生产和功能安全测试的测试电路;

[0052] o 具有数字和模拟装置的校准实体,以影响和调整模拟部件的性能,在半导体工艺和温度变化的情况下,并满足功能安全要求;

[0053] o 数字处理实体40和控制功能41的数字接口,其由SPI协议标准实现;

[0054] o 直流电源连接;

[0055] o 天线连接,连接到接收天线211、212、216和217并用于发射天线221和222;

[0056] o 模拟连接,从信号调节实体和功率检测器实体214、215、219和2120连接到数字处理功能30。

[0057] • DSP(数字信号处理)功能40,具有至少两个模拟输入,具有标准化的物理数字接口60,且具有多个实现方式;其中实体60可以包含一个或多个实体61、62、63或64。

[0058] • 机械组装,具有电源基础设施的电源接口,包含机械集成天线、数字和模拟功能。

[0059] • 支持电路50,作为装置100的一部分,包括诸如将装置100与具有集成有手势传感器的设备机械连接的功能,以及用于保护装置100的可选的环境保护结构。

[0060] 所述扩展的装置100具有毫米波雷达,其具有硅片10上的集成前端,具有可选的附加混频器,其中一部分接收信号与VCO信号混合、下变频、滤波、放大并经由30提供给信号处理实体40。这允许用于检测生命体征的多普勒信号分析以及生命体征信息的可选的进一步分析。

[0061] 所述装置和操作方法允许以非常低的成本范围生产完整的传感器系统,其中引入了与基于聚合物的封装相结合的特定天线实现选项。

## 附图说明

[0062] 图1示出了使用所述设备100进行手势检测的应用场景,作为HMI设备集成在平板电脑或其他电子设备中。

[0063] 图2示出了装置100的功能框图。

[0064] 图3示出了实体213或218的实现选项。

[0065] 图4示出了目标角度检测拓扑,其使用211和212用于平面X中定义为方位角的角度以及216和217天线用于平面Y中的角度,平面Y垂直于平面X寻址高度。

[0066] 图5示出了装置100的数字处理功能块。

[0067] 图6a示出了可行装置100的俯视图。

[0068] 图6b示出了可行装置100,与图6a中相同,从侧面示出了朝目标的辐射方向。一个Tx天线与另一个Tx天线具有垂直极化,并且一对接收天线与另一对接收天线具有垂直极化。

[0069] 图7示出了可行装置100的俯视图。该系统使用一个TX部件221。

[0070] 图8示出了装置拓扑100中的功率水平检测器214,表示为PD1,和功率电平检测器215,表示为PD2。

[0071] 图8a示出了来自天线211和212的功率检测器输出,四分之一波长的距离。

[0072] 图8b示出了来自天线211和212的功率检测器输出,0.625波长的距离。

[0073] 图9示出了装置100的应用场景,其中装置100可以与小配件300集成在电子设备中或单独的小配件(gadget)设备内。所述小配件300可以配备有数字接口连接器,例如但不限于USB,或无线连接器,例如但不限于WiFi或蓝牙。

## 具体实施方式

[0074] 所述装置100执行目标的二维角度的计算。该计算允许检测目标在2D空间中的位置,该目标可以是人体的一部分,特别是手指,其中到目标的实际距离可能不起重要作用。实际上,这意味着在人手指作为目标的情况下,所述装置100利用相应的操作方法能够检测虚拟平面中所述目标的2D位置与传感器的平面天线表面“准平行”。所述装置100另外且可选地允许检测和探索生命体征,从而能够检测传感器前方的生物。这允许特定的附加应用特征,例如仅当用户,一个人在所述传感器前面时打开和关闭手势检测系统,或者作为情感、情绪或疲劳的传感器,为了医疗保健而测量人的生命体征或分析生命体征。

[0075] 实体100开启CW模式以检测所述目标的2D角度并进行CW模式下的可选多普勒类型操作,以进行振动检测和分析。

[0076] 提议具有平面天线结构,从而更容易进行装置中的集成。图6a和图6b示出了可行装置100的实现选项,其中可以观察到两对接收天线,一对:211和212,以及第二对:216和217,以及一个发射天线221,具有可选的发射天线222,所有这些都是用两个平面偶极子实现的,在天线下面具有金属化反射板,大约是工作带宽的四分之一。接收天线对中的一对在一个方向上具有专用距离间隔,第二天线对在垂直方向上具有专用距离间隔。该方法对于检测目标的2D角位置是必要的。有利的是,一个接收天线对211和212以及一个相应的发射天线221具有与第二接收天线对216和217以及一个可选使用的相应发射天线222不同的极化。这样可以实现更好的信号分离,最小化耦合效应,降低校准工作量,从而得到更可靠、更

低功耗和更低成本的装置。

[0077] 通常,选择PA水平和相关功率控制来应对:

[0078] • 频率操作毫米波范围,60GHz和120GHz以及77-81GHz范围内的ISM频段,用于汽车手势检测应用

[0079] • 操作距离为5厘米至50厘米

[0080] • Tx和Rx天线增益范围为1至6dB,取决于与传感器尺寸相关的天线元件的数量

[0081] • 天线连接和馈送网络中的装配传输损耗约为1-2dB

[0082] • PA功率水平范围为-3dBm至3dBm,功率范围调节能力为25至30dB。

[0083] 所述PA通过发射天线221发射CW或调制的CW信号,其中输出功率水平由在天线211和212输出处提供的接收信号水平调整,在实体213线性组合和相移之后,其可以被功率检测器214和215的动态范围所检测。所述PA还通过发射天线222发射CW或调制的CW信号,其中输出功率水平由在天线216和217输出处提供的接收信号水平调整,在实体218的线性组合和相移之后,其可以被功率检测器219和2120动态范围所检测。通过多种实现选项,所述功率检测器具有大约25-30dB的范围。检测器214、215、219和2120包括包络检测,紧接着由低通滤波器和信号调节电路来提供由AD转换器实体30数字化的相关功率水平。为了功能安全的原因,可以将类似的功率检测器附接到发送部分,以确保计算各个天线处的发送信号水平,或者以评估来自每个相应发送天线的反射信号水平,在与天线系统221或222的非理想连接的情况下,该信号水平可以更高。

[0084] 用于确定到达方向的现有技术系统通常对来自不同天线的进入信号进行降频转换,并在基带中执行复杂的数学计算,以便计算角度。

[0085] 所提出的基本创新方法意味着仅使用两个接收天线对,一对211和212,以及第二对216和217,N个功率检测器,其中N可以取大于1的值,线性组合实体213和218,并且没有传统的下变频链。在图4中显示了一个操作场景:

[0086] a) 特定角度的目标与特定参考平面内的两个接收天线211和212相关。

[0087] b) 特定角度的目标与特定参考平面内的两个接收天线216和217相关,该特定参考平面垂直于所述接收天线211和212的检测平面角度。

[0088] 由于与到对象的距离相比,接收天线之间的距离小,因此假设进入的信号水平近似相同,并且两个接收信号的相移与障碍物的角度有关。可以认为障碍物与每个天线的角度等于其几何中心的角度。相位差与天线之间的距离和操作频率有关。假设相同角度的两个天线的辐射图是相同的。

$$[0089] \quad \text{相位差} = \beta(R_2 - R_1) = 2\pi \frac{f}{c} d \sin(\phi x) \quad (1)$$

[0090] 角度  $\phi x$  取值:

$$[0091] \quad -\frac{\pi}{2} \leq \phi x < \frac{\pi}{2} \quad (2)$$

[0092] 即:

$$[0093] \quad -1 \leq \sin(\phi x) \leq 1 \quad (3)$$

[0094] 这意味着如果已知  $2\pi \frac{f}{c} d \sin(\phi x)$  的值,则可以明确地计算角度  $\phi x$ 。

[0095] 观察实体213。信号的线性组合可以通过简单的拓扑来实现,该拓扑包括信号的添加,其中信号之一还具有与操作频率相关的90度的相移。功率组合器和移相器通过多个实现选项实现,以使用集成毫米波电路10上的有源和无源装置。一个简单而直接的实现选项是具有两个无源功率组合器和一个无源移相器,如图3所示。

[0096] 根据该方法,功率检测器214和215的输入项有两个信号。

$$[0097] \quad V_{o1} = V_{i1} + V_{i2} = 1 + e^{j(\beta d \sin \phi x)} \quad (4)$$

$$[0098] \quad V_{o2} = V_{i1} + V_{i2} e^{j\frac{\pi}{2}} = 1 + e^{j(\frac{\pi}{2} + \beta d \sin \phi x)} \quad (5)$$

[0099] 然后使用功率检测器将信号的功率转换为电压,并用这两个值计算角度。

[0100] 观察装置100的拓扑结构,所述第一接收天线211的信号被功率分配器分开。信号的一部分被馈送到实体213。假设通过所述功率分配器以相等的功率测量来划分所述信号,通过多个实现选项来实现。另一方面,来自天线212的信号直接到达实体213。结果是获得来自理想功率检测器的两个检测电压。

$$[0101] \quad V_{PD1}[V] = |V_{comb1}|^2 = \left| \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} e^{j\beta d \sin \phi x} \right|^2 = \dots = \frac{3}{4} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cos(\beta d \sin \phi x) \quad (6)$$

$$[0102] \quad V_{PD2}[V] = |V_{comb2}|^2 = \left| \frac{1}{2} + \frac{1}{\sqrt{2}} e^{j(\frac{\pi}{2} + \beta d \sin \phi x)} \right|^2 = \dots = \frac{3}{4} - \frac{1}{\sqrt{2}} \sin(\beta d \sin \phi x) \quad (7)$$

[0103] 在简单的数学运算之后,通过等式(8)计算角度 $\phi x$ :

$$[0104] \quad \phi x = \text{asin} \left( \frac{\lambda}{2\pi d} \text{atan} \frac{0.75 - V_{PD2}}{V_{PD1} - 0.75} \right) \quad (8)$$

[0105] 等式(8)中的反正切函数在 $[0, 2\pi]$ 的范围内产生的明确角度。反正弦是清晰的,因为已知其参数在 $[-\pi/2, \pi/2]$ 的范围内。在30中的AD转换之后,通过数字域中的任意数值平均值计算等式(8)。等式(8)实际是通过使用最简单的计算工作实现的,保留结果的必要准确性并考虑到子系统的缺陷。例子是CORDIC算法或泰勒系列。

[0106] 利用类比方法和数学方程(4) - (8)观察接收天线216和217,可以通过功率检测器219和2120获得关于在垂直于参考平面角度的平面中朝向目标的角度信息。

$$[0107] \quad \phi y = \text{asin} \left( \frac{\lambda}{2\pi d} \text{atan} \frac{0.75 - V_{PD4}}{V_{PD3} - 0.75} \right) \quad (9)$$

[0108] 当系统本身存在缺陷时,提高信号处理精度毫无意义。然而,误差的传播对检测到的角度的整体精度起着重要作用。角度计算可以由装置100执行,而值(6)和(7)可以以数字形式传送到集成了100的的设备的外部计算单元(例如,移动电话,平板电脑等),或者小配件300。然后,所述外部计算单元将计算到障碍物的角度,如由装置100的专用的不同实例所见,并进一步处理该信息,送到用户界面。

[0109] 观察函数(6)和(7)的自变量数,可以注意到,(波长)的比率(接收器天线211和212之间的距离)影响可检测的 $\phi x$ 。

[0110] 这样,从图8a可以看出,如果天线之间的距离是波长的四分之一,则每个垂直参考平面只能使用一个功率检测器,覆盖角度 $\phi x$ 的整个范围, $-\pi/2$ 到 $\pi/2$ 。理论上,当天线212和211之间的距离最小时,可实现最小的装置100。实际上,天线系统具有有限的尺寸,并且其中心不能轻易定位在四分之一波长距离处。

[0111] 所述平面天线系统可以通过多种技术实现。如果解决了平面宽带印刷条技术,则平面天线本身的厚度在小于四分之一波长的范围内,因此两个靠近地定位的这样的天线几乎彼此接触,其中心之间的距离为四分之一波长。另一方面,所述天线的机械公差和良好产率的需要,要求那些微带天线应设计成具有更大的工作带宽,这意味着更大的尺寸。通过使用具有如图6b所示的反射器的基于偶极子的平面天线,其没有微带型天线那样厚。这就是为什么建议使用偶极子状平面天线,通过多种拓扑结构实现。

[0112] 此外,根据用户场景的分析,绘制辐射图,其中所述角度 $\varphi_x$ 通常小于60度。据此信息可以推断出,天线之间的距离为0.625波长,可以恢复 $\pm 55$ 度范围内的角度 $\varphi_x$ ,这足以实现印刷天线系统。为了仅覆盖 $\pm 40$ 度的范围,天线211和212之间以及216和217之间的最大距离可增加并且允许更好的实际实现方式。

[0113] 图8a示出了在四分之一波长距离处的功率检测器输出。可以观察到,可以仅通过一个功率检测器检测 $\pm 90$ 度的完整角度;理论上只需要PD2以简单的方式计算目标的角度。但是,距离太小,实践上实际难以实现。

[0114] 图8b示出了功率检测器的输出,其中接收天线之间的距离较大,约为0.625波长,这样更容易的实践上实施并且确认可以通过简单的方式检测大约 $\pm 55$ 度的角度。

[0115] 根据关于两个以上装置的角度或距离信息,通过对计算的距离求平均值、对来自两个装置中的每一个的求平均值,从而可以增加精度。可以通过省略那些计算来实现增强,其中在求平均值的过程中,计算精度较小的角度不被使用或者使用较小的加权因子。另一方面,如果设备具有两个手势传感器,并且知道它们在设备上物理分离、它们在哪里集成、以及它们正在测量的2D角度,则也可以通过三角测量方法获知与对象的距离信息。

[0116] 图6示出了可行装置100的实际实现选项的俯视图和侧视图。观察俯视图,可以观察到用于发送信号的所述天线系统221和222以及用于接收信号的天线系统对211、212和216、217。发射和接收天线221、222、211、212、216、217通过平面偶极天线方法实现,其与反射器的距离为四分之一波长,反射器被当作组件的金属化区域。发射和接收天线221、222、211、212、216、217具有偶极平面部分,其被特别设计以确保宽带匹配良好,确保制造公差鲁棒性并且将其有利地设计为操作带宽的至少20%,与中心频率有关。可以观察到接收天线211和212具有特定距离 $d_x$ ,这对于特定平面中的检测角度是重要的,并且接收天线216和217具有特定距离 $d_y$ ,这对垂直于天线211和212所在平面的平面中的检测角度是重要的。有利的是这些距离是相同的,在操作带宽的四分之一波长和一个波长之间。有利地,检测一个平面中的角度由一维角度检测系统执行,该系统包括具有特定线性偏振的一个发射天线211和两个接收天线211和212,从而通过一维角度检测系统执行垂直平面中角度的检测,该角度检测系统包括一个发射天线212和两个接收天线216和217,具有与天线221、211和212的角度检测系统正交的特定线性偏振。这样会产生较少的耦合效应。如果所述接收天线具有相同的极化,则只有一个用于装置操作的发射天线就已足够,如图7所示。

[0117] 图7示出了可行装置100实际实现选项的俯视图。观察该俯视图,我们注意到用于发射信号的天线系统221和用于接收信号的天线系统对211、212和216、217。发射和接收天线221、222、211、212、216、217通过平面偶极天线方法实现,其中天线到反射器的距离为四分之一波长,反射器被用作组件的金属化区域。发射和接收天线221、222、211、212、216、217具有特别设计的偶极平面部分,以确保宽带的良好匹配,从而保证制造公差鲁棒性,其有利

地设计用于至少20%的操作带宽,与工作频率的中心有关。可以观察到接收天线211、212具有特定距离 $dx$ ,其对于特定平面中的角度检测是重要的,并且接收天线216、217具有特定距离 $dy$ ,其对于垂直于天线211和212所在平面的平面中的角度检测是重要的。有利的是这些距离是相同的,在操作带宽的四分之一波长和一个波长之间。

[0118] 图6a中的系统可以具有两种操作方式。在第一种方式中,一个Tx活跃,两个Rx链具有相同的极化,在获取和计算一个方向上的角度的时间之后,具有垂直极化的另一个Tx和其他两个Rx链被激活。第二种方式意味着在两种维度角计算中同时发送和接收信号。第一种选择产生较少的耦合效应,并有利地降低了数字信号处理的复杂性,提高了系统检测灵敏度。

[0119] 与非专业毫米波雷达领域中现有技术的单端方法相比,毫米波IC 10的差分拓扑结构具有很多优点。偶极子类天线固有地制备为用于差分馈送。差分PA输出减少天线连接中的寄生影响,并且差分配置可用于更容易地弥补毫米波前沿的不规则性。毫米波过渡到毫米波集成前端和天线是直接影响系统成本和产量的关键因素。

[0120] 单端PA输出需要很好的接地,小结构和平面微带天线不易实现。这可能需要特殊的基板来实现具有特殊高度的传输线,这可能增加系统成本。另一方面,微带状天线的匹配是窄带的,因此制造公差可能在负面影响整个系统的效益。

[0121] 针对偶极天线拓扑,所述馈送网络可以以更简单的方式执行,这是因为平行条带的特征阻抗主要受条带之间的距离和它们的宽度影响,而不是受其上印刷或定位有印刷品的基板的影响。这可以允许在系统集成中使用较低成本的组装技术,例如基于聚合物技术的技术。

[0122] 偶极子的辐射元件以一般方式呈现,表明所述辐射元件实现为填充的较厚形状,这意味着它们本身是宽带的。一个偶极子部分的形状可以任意地实现为椭圆体、菱形、五边形和轴对称的 $n$ -标签,或者更接近馈送点的 $n$ -标签和所述辐射元件的上部的椭圆体部分的组合。馈送结构的特征阻抗由条带宽度、相关距离和印刷品所在的材料限定。差分馈送线以两条线之间没有相位差的方式进行补偿,这意味着似乎两条线理想地具有相同的长度。

[0123] 如图6a和图7的俯视图所示,毫米波IC结构的侧面上具有一位置与可能与特定偏置、滤波或保护需求相关的专用外部电路连接,并且可以添加有源或无源组件。所述装置100实现选项的侧视图示出了不同的装置堆叠。在装置的顶部上存在带有馈送网络的印刷天线,图中省略,以便提供本发明更清晰的图片。

[0124] 所述毫米波IC具有小于1毫米的高度,使得其背面可以根据需要添加附加材料,以确保在印刷天线辐射元件和用作反射器的金属化表面的中心之间大约0.25的主频率波长(操作频带的中间)。金属化表面可以印刷在塑料材料上或作为小PCB印刷品的一部分。

[0125] 在金属化层后面,可以观察到用粗线表示的已封装或未封装的数字处理实体,实现为定制ASIC或标准微控制器。建议该实体包含AD转换器30、数字处理功能40和接口功能60。可以设想,数字处理单元的尺寸在 $5 \times 5 \times 1\text{mm}$ 的范围内。这对应于目前现有技术的封装微控制器,其具有多路复用AD转换器并且能够处理装置100拓扑所需的两个或更多输入项。

[0126] 附加的外部电路可以靠近数字处理单元放置。该单元连接到毫米波IC部件,放置在装置100的上部。整个系统受到环境保护,这意味着它可以容易地集成到专用设备中。所述装置100可免受湿气、灰尘的影响,同时毫米波信号可以容易地穿过涂层和保护材料。

[0127] 在图6b的装置的右下角,具有DC电源和信号连接器,用于通过电缆将所述装置连接到外部计算单元。所述外部计算单元可以是设备的中央计算单元的一部分,以便提供:

[0128] • 装置操作的控制,以及

[0129] • 来自所述装置的结果评估。

[0130] 在图6b的左侧部分,显示了机械支撑结构。该结构从一侧连接到所述装置的涂覆环境保护层,或者该结构是所述包装的一部分,并且在执行完整设备包装时以相同的过程和时间制造。所述机械结构还通过任意实现装置连接到执行传感器集成的设备。理想地,所述机械结构不用金属实现,以便不影响天线辐射图。

[0131] 数字部分包括任意数字有线接口,例如但不限于:LIN和/或SPI接口和/或专有数字接口,通过多种技术实现,允许容易地通过电缆连接而连接到所述装置100外部的区域。

[0132] 63中的短距离无线连接方式是可选的。

[0133] 述无线短程通信接口63可以有利地由不同无线通信系统释放:

[0134] a) 具有以下一种或多种这些技术的短距离通信系统(达至2公里):

[0135] • 短范围433MHz、866MHz、915MHz低数据速率,通用于全球通信系统

[0136] • Wi-Fi或其他2.4GHz和5GHz频段通信系统,可达200米。

[0137] • 蓝牙

[0138] • UWB系统

[0139] • 3-4GHz或2-3GHz范围内WiMAX

[0140] 来自不止一个设备100系统的信息聚集在特定集线器设备中,然后通过多个其实现方式进一步通过远程通信装置进行传递。完整装置100集成的优选实现选项是使用聚合物技术。

[0141] 图9示出了使用装置100的各种应用场景。所述装置100可以集成在电子设备中,如移动电话、平板电脑或桌面监视器的显示器中。所述装置100可以与机械实体300、小配件外壳集成,并且可以利用或不利用电缆通过数字接口连接器连接到所述电子设备。有利的是,根据所述多个实现选项和形式,所述数字接口是USB连接器。第二种选项是装置100通过多个无线通信装置及其实现方式与所述电子设备无线连接。这允许所述装置100作为独立小配件出现在市场上。

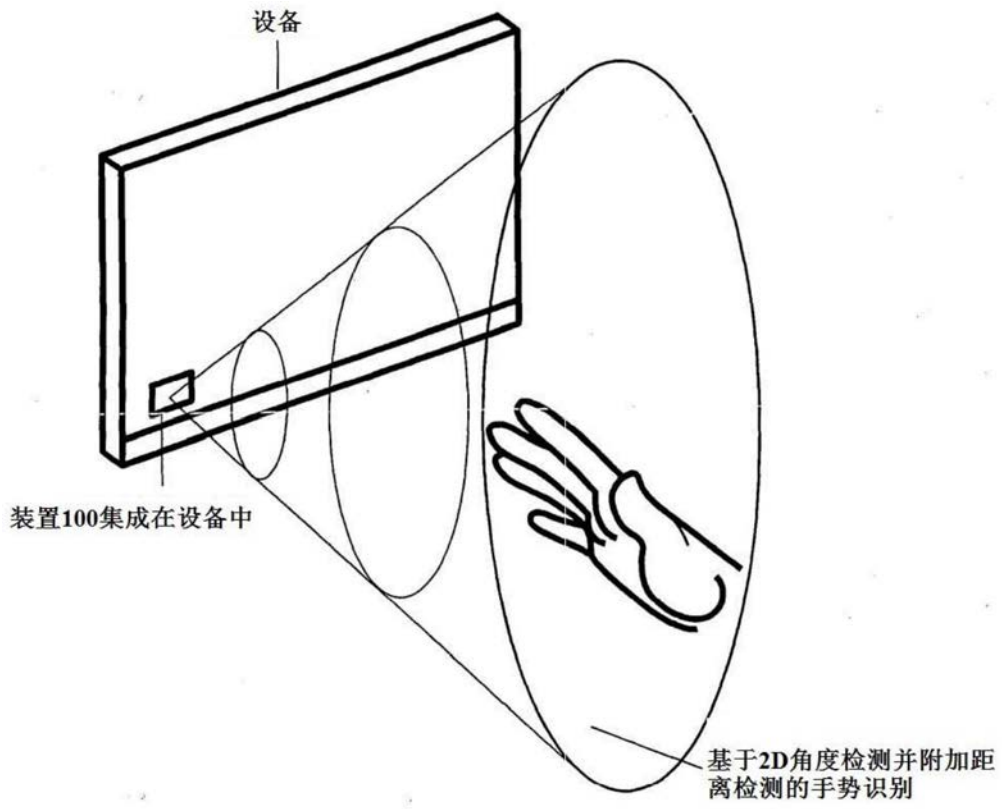


图1

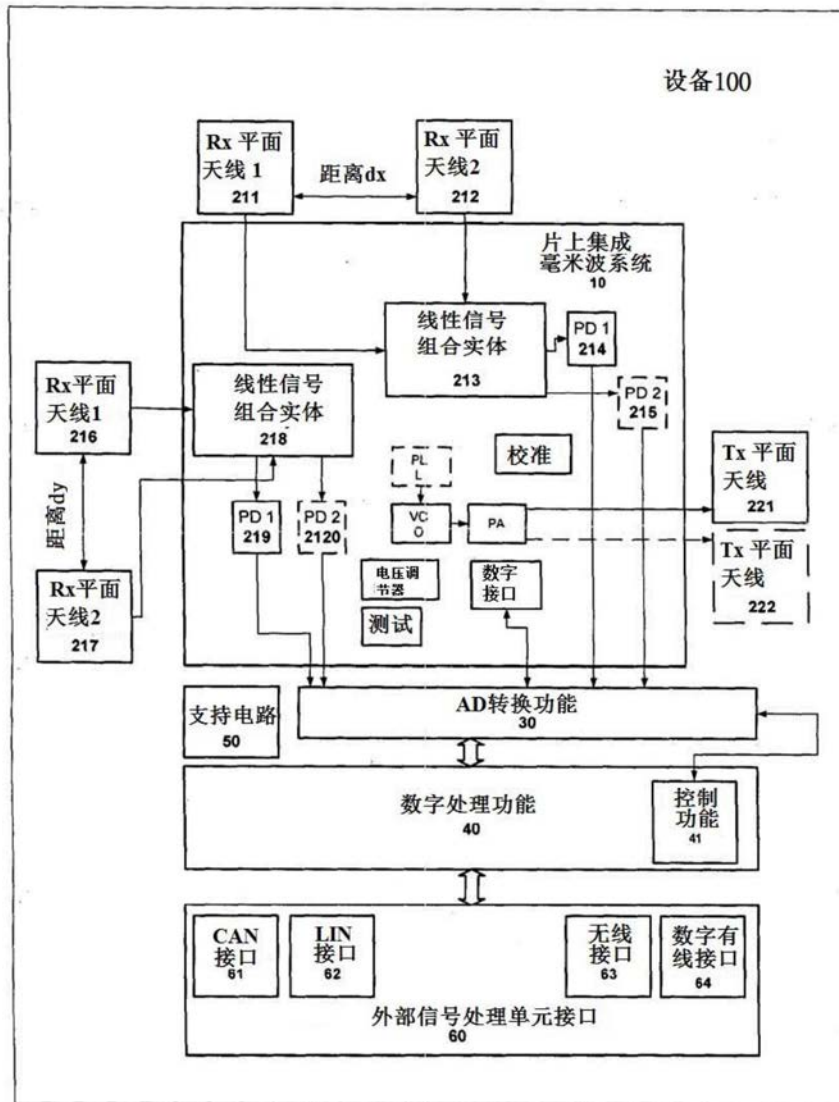


图2

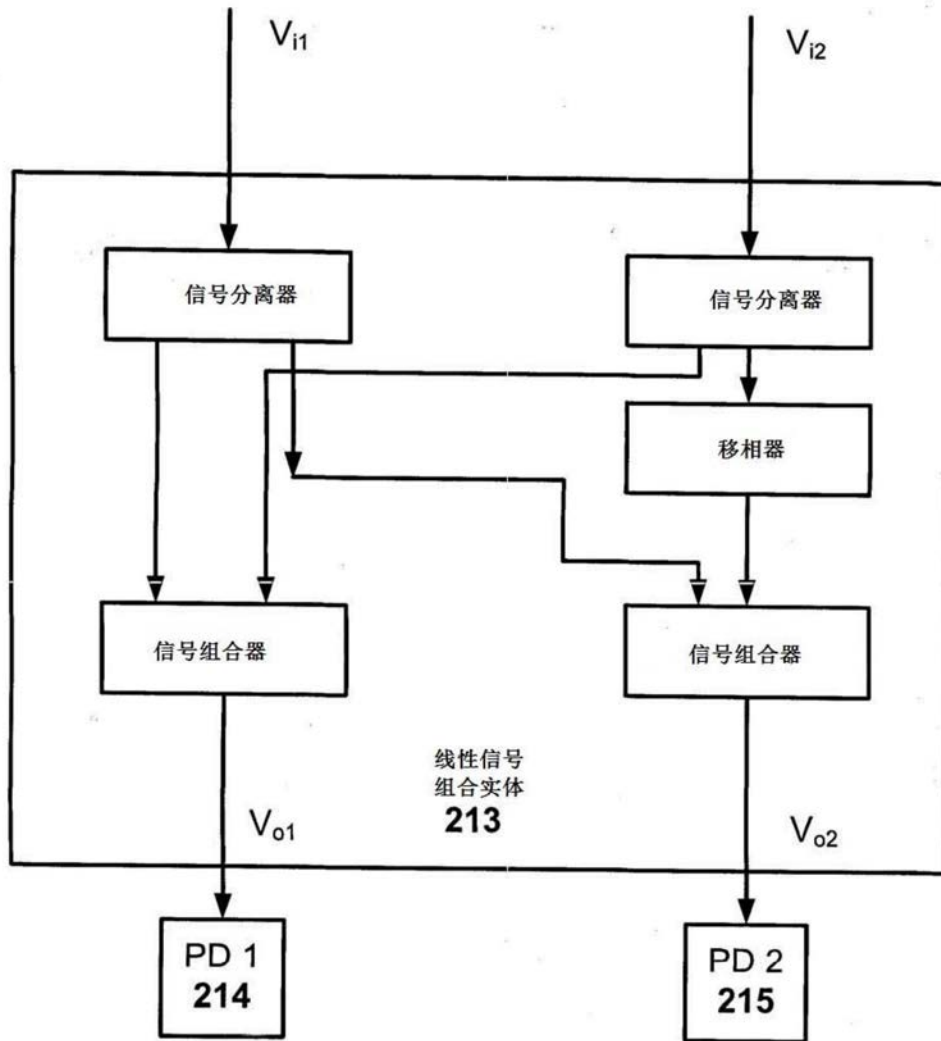


图3

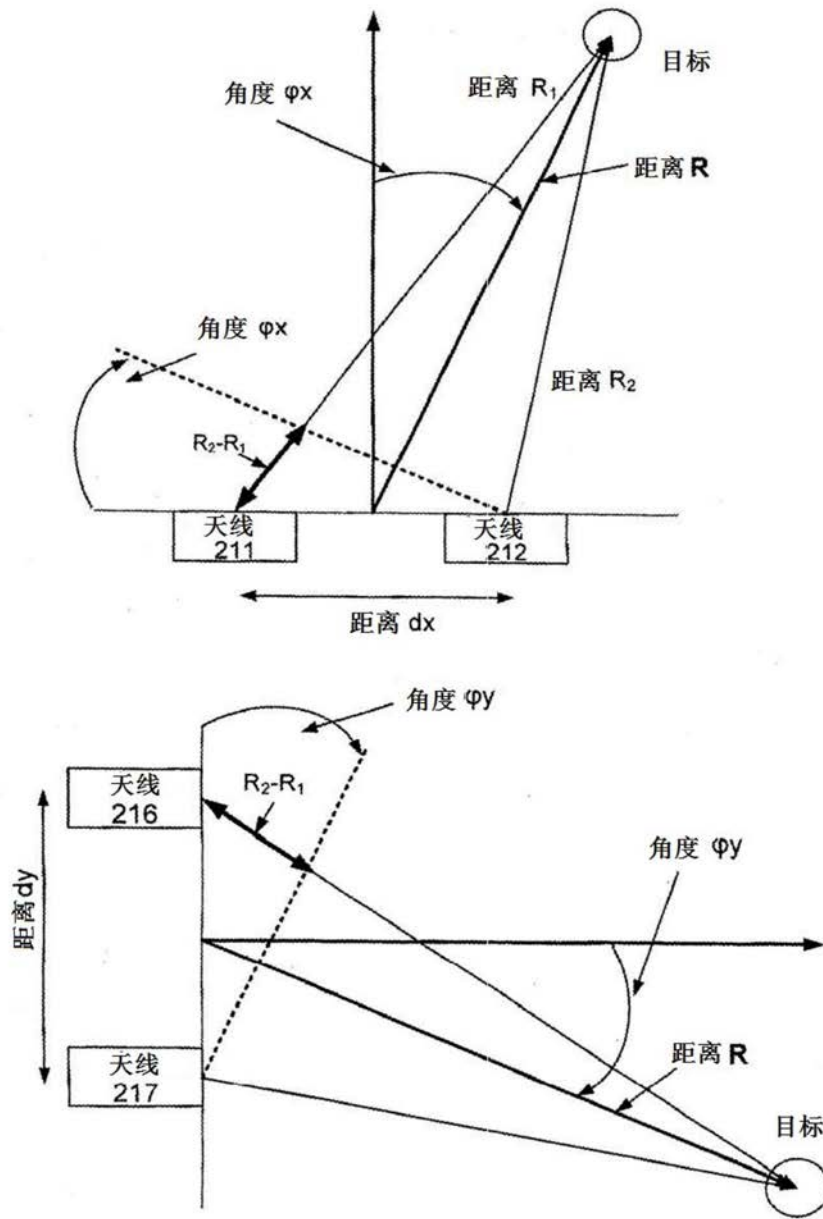


图4

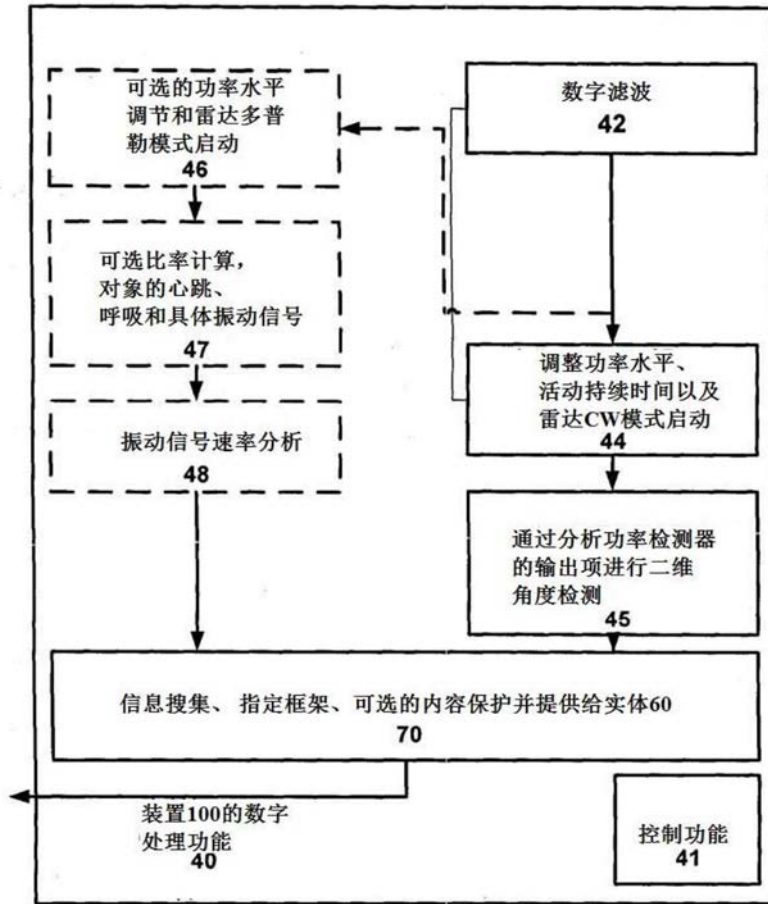


图5

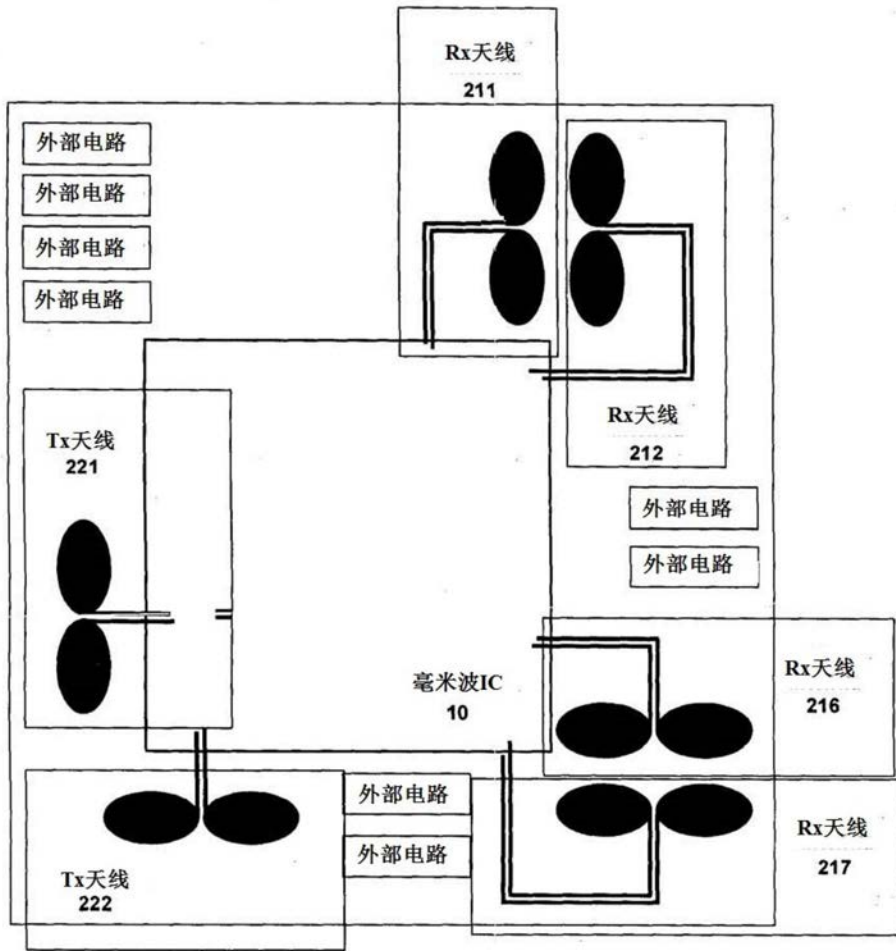


图6a

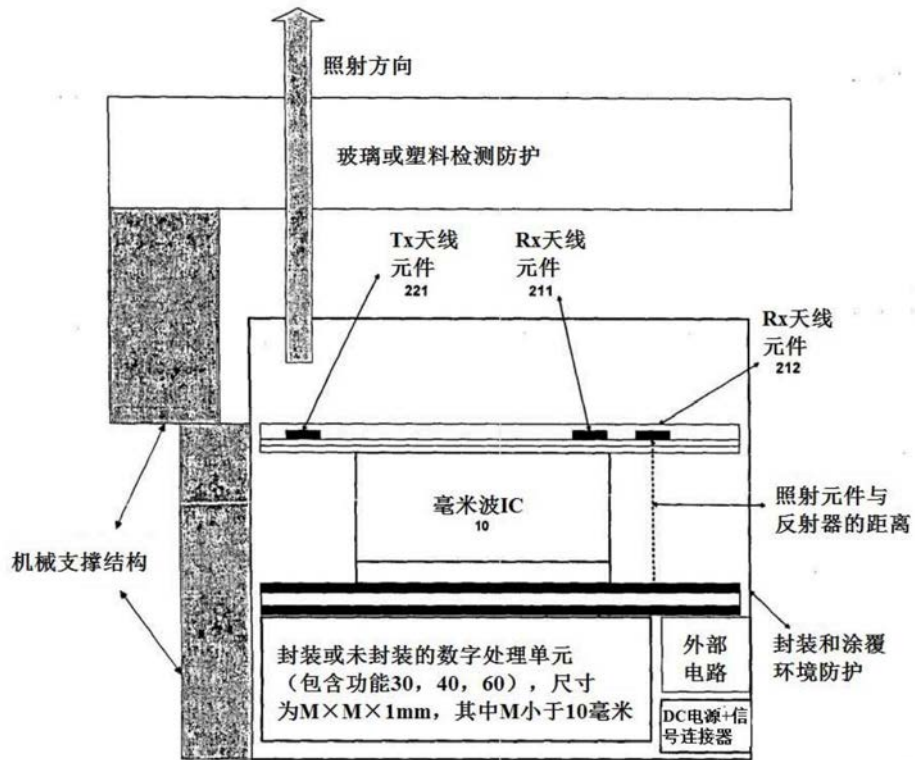


图6b

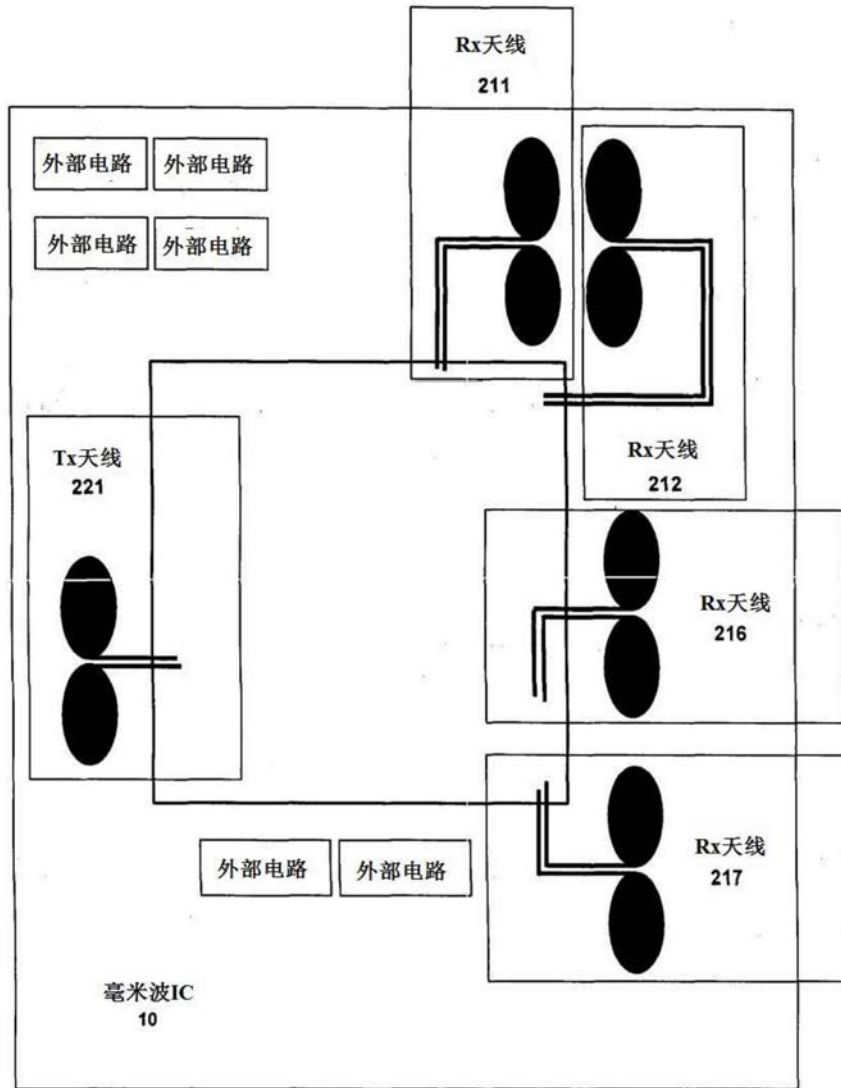
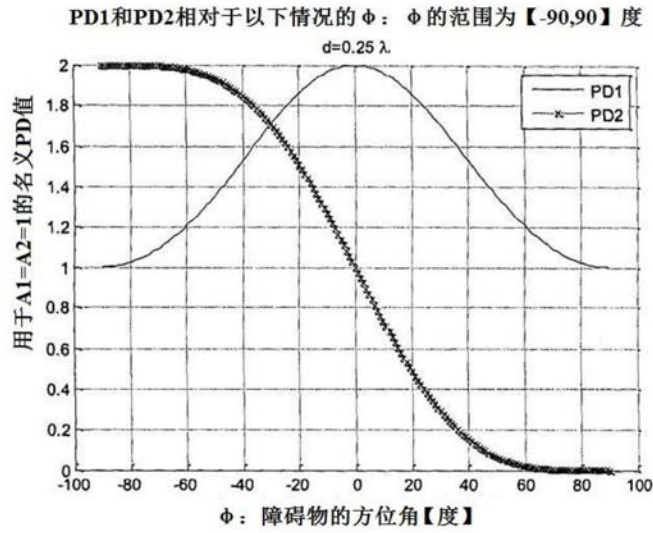
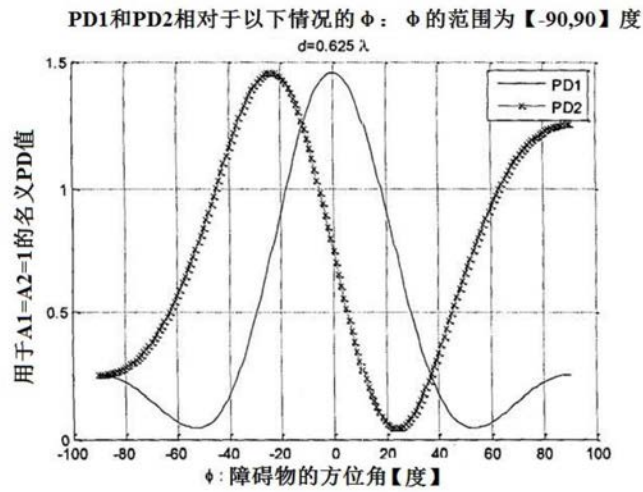


图7



a) 装置100, 只需要功率检测器<PD2>



b) 装置100, 角度检测范围 $\pm 55$ 度

图8

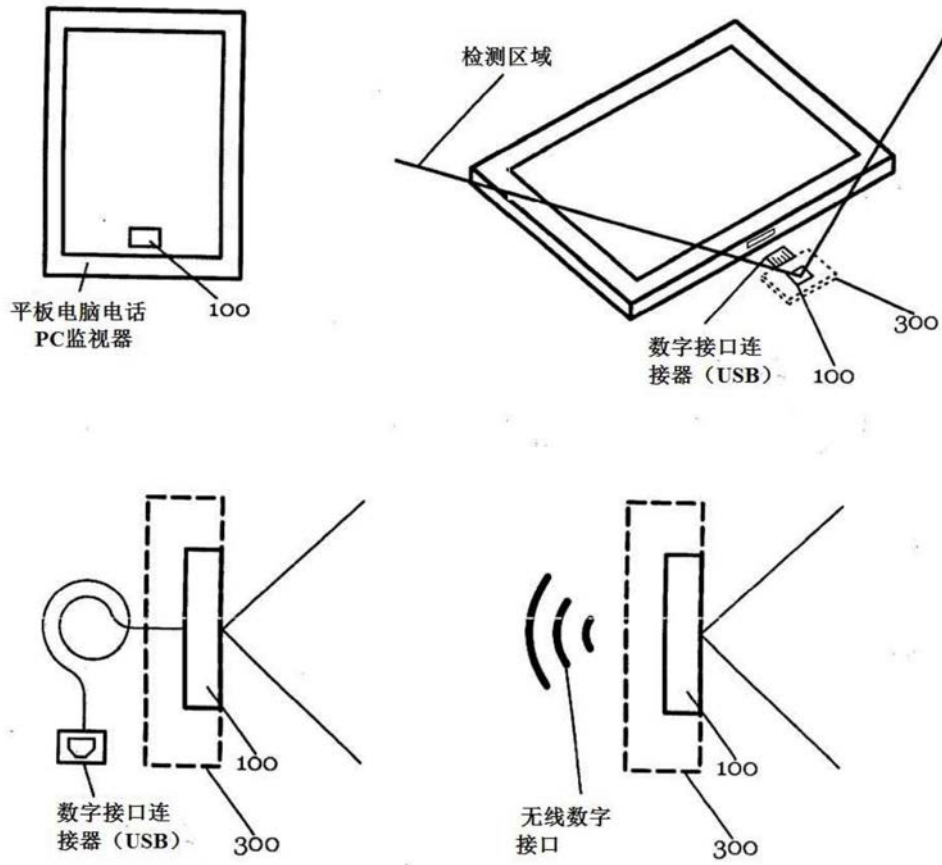


图9