



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112713386 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 04

(21) 申请号 202011512725.0

(22) 申请日 2020.12.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112713386 A

(43) 申请公布日 2021.04.27

(73) 专利权人 英特睿达(山东)电子科技有限公司

地址 250101 山东省济南市历下区齐鲁软件园4号楼(创业广场F座)三层B309房间

(72) 发明人 柴玫

(74) 专利代理机构 北京金讯知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11554  
专利代理师 黄剑飞

(51) Int.Cl.

H01Q 1/27 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

(56) 对比文件

TW 201517383 A, 2015.05.01

US 2018152208 A1, 2018.05.31

CN 103329344 A, 2013.09.25

审查员 李娣

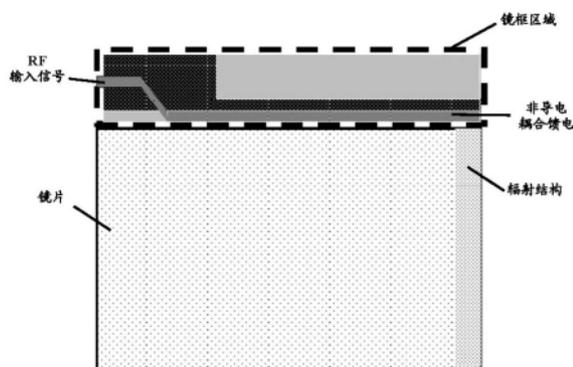
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

可穿戴设备

(57) 摘要

本公开涉及一种可穿戴设备,包括:第一部件和第二部件,所述第一部件上集成有天线,其中所述第二部件上布置用于接收和发送天线信号的RF发送和接收单元,所述RF发送和接收单元与第一耦合馈电元件相连,所述第一耦合馈电元件埋植在所述第二部件内,所述第二部件内的第一耦合馈电元件与所述天线彼此隔离并且平行或共面,以便所述天线通过与第一耦合馈电元件的电耦合接收来自RF发送和接收单元的信号以及向RF发送和接收单元发送信号。



1. 一种可穿戴设备,包括:第一部件和第二部件,所述第一部件上集成有包括导电金属氧化物薄膜层以及在所述导电金属氧化物薄膜层的整个范围内均匀分布的导电体的混合透明天线,所述导电体在所述导电金属氧化物薄膜层的厚度方向的尺寸小于所述导电金属氧化物薄膜层的厚度,并且任意相邻两个导电体之间的距离使得两者之间的能量间隙大于2.5eV,其中所述第二部件上布置用于接收和发送天线信号的RF发送和接收单元,所述RF发送和接收单元与第一耦合馈电元件相连,所述第一耦合馈电元件埋植在所述第二部件内,所述第二部件内的第一耦合馈电元件与所述混合透明天线彼此隔离并且平行或共面彼此通过电容性馈电、电感性馈电或电容与电感组合馈电方式进行馈电,以便所述混合透明天线通过与第一耦合馈电元件的电耦合接收来自RF发送和接收单元的信号以及向RF发送和接收单元发送信号。

2. 根据权利要求1所述的设备,所述设备是智能眼镜,所述第一部件对应于镜片,所述第二部件对应于镜框和/或镜腿。

3. 根据权利要求1所述的设备,所述设备是智能手表,所述第一部件对应于表盘,所述第二部件对应于表盘框和/或表带。

4. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一部件边缘涂覆有绝缘防水涂层。

5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第一耦合馈电元件为迹线、环形、块状,螺旋形或曲折线。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述透明混合天线集成在所述第一部件的边缘部分或中心部分。

7. 如权利要求1所述的设备,其中所述导电体在垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的厚度方向的高度尺寸为1000-2000nm,所述导电金属氧化物薄膜层的厚度比所述导电体在所述导电金属氧化物薄膜层的厚度方向的高度尺寸大5-10nm,并且所述导电体沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面的最大尺寸在200-500nm之间。

8. 如权利要求1所述的设备,其中所述导电体沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面形状为方形、圆形或椭圆形。

9. 如权利要求1所述的设备,其中所述导电体沿着垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的延展方向呈网格状架构或条纹状架构。

10. 如权利要求6所述的设备,其中所述导电体为铜呈网格状架构而所述导电金属氧化物薄膜层的材料为氧化铟锡。

## 可穿戴设备

### 技术领域

[0001] 本公开涉及无线通信应用领域,特别涉及一种结构紧凑的智能眼镜。

### 背景技术

[0002] 当今的可穿戴设备(如智能手表,智能眼镜,体积小且具有越来越多的功能设计),这些设备需要支持的无线电数量(蓝牙,GPS,WiFi,3G/4G/LTE,FM)以及相关技术天线在增加。通常,天线隐藏在围绕显示器的大边框或包围玻璃镜片的框架中。大面积镜头占据了整个尺寸。

[0003] 现有技术中可穿戴设备,例如在许多智能眼镜中,天线都集成在PCB外壳中。智能眼镜所需要的天线是放在非镜片的边框里的。但是边框的面积或体积过小,难以满足天线的发射功率的要求。在将智能眼镜天线集成到固定在一个或两个镜腿上的PCB外壳区域中的技术方案中,这种情况会占用体积,从而增加了设计的体积。而且由于该外壳的体积很小,天线性能(特别是效率和/或辐射方向图)受到限制。此外,靠近头部会导致重大损失(即使在GPS等仅接收配置中),也会损害无线连接的实际使用情况。

[0004] 稳固的无线连接需要一种天线结构,该天线结构必须具有通过效率、增益和带宽等指标来衡量的高性能。根据天线理论,天线的性能受到尺寸的限制。通常,较小的天线的性能要比较大的天线差。因此,如果能加大天线的尺寸,能够获得更大的辐射功率,就需要将天线集成在镜片上。在镜片上安装天线可以放松对天线尺寸的限制,尤其是当天线结构可以合并到镜片边缘,或者如果使用透明导体(例如ITO或铜微丝网)作为天线时,甚至可以合并到镜片表面上,在不影响外观和透明度的情况下为天线设计带来更大的面积。将天线集成在镜片上的主要优势在于,可以将透明材料制成的天线设计或围绕镜片外围的固体/半透明天线解决方案带到镜片上,从而使其比传统的智能眼镜天线实例更具吸引力。

[0005] 但是馈送集成镜片的天线设计带来了挑战,这些挑战导致机械设计和制造复杂性增加,镜片可替换性受损等。要将天线与RF发送和接收单元相连,传统方式是采用同轴电缆或传输线并将同轴电缆或传输线焊接到镜片上,这种方式将导致用户在镜片破裂的情况下不能更换镜片或者更换极为不便。焊接(或任何形式的与镜片集成天线的电接触)也可能会由于腐蚀而导致接触电阻降低。此外,将同轴电缆跨过镜框并直接置于镜头上需要解决隐藏同轴电缆的新机械和美学问题。

[0006] 为此,人们有一种需求,期望在智能眼镜的镜片中集成一种透明天线,同时又不影响眼镜的本身的透光性、镜片替换的方便性以及使用的便捷性不受影响。

### 发明内容

[0007] 为了解决上述问题之一,根据本公开的一个方面,提供了一种可穿戴设备,包括:第一部件和第二部件,所述第一部件上集成有天线,其中所述第二部件上布置用于接收和发送天线信号的RF发送和接收单元,所述RF发送和接收单元与第一耦合馈电元件相连,所述第一耦合馈电元件埋植在所述第二部件内,所述第二部件内的第一耦合馈电元件与所述

天线彼此隔离并且平行或共面,以便所述天线通过与第一耦合馈电元件的电耦合接收来自RF发送和接收单元的信号以及向RF发送和接收单元发送信号。

[0008] 根据本公开的可穿戴设备,所述设备是智能眼镜,所述第一部件对应于镜片,所述第二部件对应于镜框和/或镜腿。

[0009] 根据本公开的可穿戴设备,所述设备是智能手表,所述第一部件对应于表盘,所述第二部件对应于表盘框和/或表带。

[0010] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述第一部件边缘涂覆有绝缘防水涂层。

[0011] 根据本公开的可穿戴设备,其中第一耦合馈电元件和所述天线彼此通过电容性馈电、电感性馈电或电容与电感组合馈电方式进行馈电。

[0012] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述第一耦合馈电元件为迹线、环形、块状,螺旋形或曲折线。

[0013] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述天线为透明天线,集成在镜片的边缘部分或中心部分。

[0014] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述天线为一种混合透明天线,包括导电金属氧化物薄膜层以及在所述导电金属氧化物薄膜层的整个范围内均匀分布的导电体,其中,所述导电体在所述导电金属氧化物薄膜层的厚度方向的尺寸小于所述导电金属氧化物薄膜层的厚度,并且任意相邻两个导电体之间的距离使得两者之间的能量间隙大于 $2.5\text{eV}$ 。

[0015] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述导电体在垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的厚度方向的高度尺寸为 $1000\text{-}2000\text{nm}$ ,所述导电金属氧化物薄膜层的厚度比所述导电体在所述导电金属氧化物薄膜层的厚度方向的高度尺寸大 $5\text{-}10\text{nm}$ ,并且所述导电体沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面的最大尺寸在 $200\text{-}500\text{nm}$ 之间。

[0016] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述导电体沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面形状为方形、圆形或椭圆形。

[0017] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述导电体沿着垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的延展方向呈网格状架构或条纹状架构。

[0018] 根据本公开的可穿戴设备,其中所述导电体为铜呈网格状架构而所述导电金属氧化物薄膜层的材料为氧化铟锡。

[0019] 采用本公开的可穿戴设备,相对于现有技术中的天线是放在作为第一部件的边框的第二部件里或在镜腿上设置专门的天线的智能眼镜而言,本公开通过使用透明天线安装在可穿戴设备的靠近作为第一部件的镜片的边缘及透明镜片内,并使用作为第二部件的镜框的一些部位作为天线馈线,与天线进行电导性或者/和电感性馈连,一方面解决了在例如智能眼镜或头戴式设备等可穿戴设备的外形尺寸内馈入镜片集成天线的问题,另一方面集成镜片的天线是在智能眼镜外形尺寸(包括金属或非金属智能眼镜框架)内实现并集成到镜片上的天线,通过完全集成到镜片顶部框架中的非接触耦合馈电结构来馈电,这促进了镜片的可更换性,最大程度地降低了制造复杂性,并最小化了机械集成的复杂性和成本。而且,由于可以自由地设计较大的电气结构(例如沿镜片周边)以及由于在典型的天线实现中PCB环境中与金属结构的分离,在智能眼镜的镜片上实现的基于镜片的天线有助于提高带宽、效率和辐射图覆盖率。而且,将集成的镜片结构与隐藏在框架中的非接触式耦合馈电方

式相结合,通过消除对占用空间的天线进行集成和耦合结构组合的需要,可实现更小巧的智能眼镜框架和镜腿尺寸。此外,它降低了制造成本和机械集成的复杂性,并且实现了可更换镜片(当天线在镜片上时),就像太阳镜设计中所希望的那样。

### 附图说明

[0020] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本公开的实施例,并与说明书一起用于解释本公开的原理。

[0021] 图1所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例的原理示意图。

[0022] 图2所示的是对本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例的框架与眼镜环境的镜片区域之间非接触耦合实例进行全波HFSS仿真获得的模型几何形状和辐射效率结果。

[0023] 图3所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例的天线的频率与辐射效率曲线图。

[0024] 图4所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例中所采用的混合透明天线的第一实施方式的剖面示意图。

[0025] 图5所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例中所采用的混合透明天线的第二实施方式的剖面示意图。

[0026] 图6所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例中所采用的混合透明天线的混合透明天线中的导电体M呈现方形网格状架构的俯视示意图。

[0027] 图7所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例中所采用的混合透明天线的混合透明天线中的导电体M呈现条纹状架构的俯视示意图。

[0028] 图8所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例中所采用的混合透明天线的混合透明天线以及常规天线的对比模拟实验测试结果对比图。

### 具体实施方式

[0029] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0030] 在本公开使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的,而非旨在限制本开。除非另有定义,本文使用的所有其他科学和技术术语具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的相同的含义。在本公开和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解,本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0031] 应当理解,尽管在本公开可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息,但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如,在不脱离本公开范围的情况下,第一也可以被称为第二,反之亦然。取决于语境,如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在…时”或“当…时”或“响应于确定”。

[0032] 为了使本领域技术人员更好地理解本公开,下面结合附图和具体实施方式对本公开作进一步详细说明。

[0033] 图1所示的是根据本公开的可穿戴设备的智能眼镜实例的原理示意图。尽管此处以智能眼镜为实例,但是本公开也可以应用到其他可穿戴设备中,例如智能手表等。如图1所示,智能眼镜100包括镜框110、镜腿120以及镜片130。所述镜片130上集成有天线131,其中所述镜框110上布置有用于接收和发送天线信号的RF发送和接收单元111,所述RF发送和接收单元111与第一耦合馈电元件112相连,所述第一耦合馈电元件112埋植在所述镜框内;所述镜框内的第一耦合馈电元件112与所述天线131彼此隔离并且平行或共面,以便天线131通过与第一耦合馈电元件112的电耦合接收来自RF发送和接收单元111的信号以及向RF发送和接收单元111发送信号。

[0034] 尽管图1显示了两处存在天线131,例如布置在镜片边缘的采用半透明方式显示的天线131以及位于镜片130的中间采用半透明方式显示的天线131,用户可以根据实际需要选择布置的位置位于两者之一的位置。采用半透明方式显示是为了方便叙述。在实际所采用的结构中,天线的透明度使得肉眼不会觉察出镜片130中存在天线131。可选择地,在不影响透光性的情况下,布置在镜片130的边缘的天线可以是半透明的,甚至可以是固体金属辐射结构。天线131可以位于需要不同透明度的镜片区域,而不会影响光学质量并改善天线性能。因为无线通信的需求,在智能眼镜上需要放置越来越多的天线系统,根据需求,也可以同时放置在边缘区域以及边框区域处。

[0035] 如图1所示,RF发送和接收单元111与第一耦合馈电元件112埋植在镜框120的顶部框中。因为顶部框架与镜片上周边的接近提供了使用框架内元件直接耦合到附近的镜片集成导电元件的机会,因此,在镜片130中的天线131与第一耦合馈电元件112平行或共面配置。通过平行或共面方式将天线131布置在镜片的边缘中,也可以获得直接耦合的效果。如此,在需要采用一个耦合元件向天线馈电的情下,本公开将该耦合元件“隐藏”在智能眼镜外形尺寸的顶部框架内。

[0036] 第一耦合馈电元件112可以隐藏在一个或两个框架区域。该馈电元件可以采用多种形式:迹线,环形,补丁,螺旋形,曲折线等。如图1所示,可以在鼻托区域设置第一耦合馈电元件112。尽管在图1中显示了两个第一耦合馈电元件112,但是不意味着必须要在两个地方都设置第一耦合馈电元件112,仅需要根据具体需要在一处设置即可。通常设置在上部镜框110处即可。第一耦合馈电元件112可以选择所需的几何形状,以使与镜片天线元件的耦合最大化,并使阻抗匹配最大化。

[0037] 图2所示的是对本公开的智能眼镜的框架与眼镜环境的镜片区域之间非接触耦合实例进行全波HFSS仿真获得的模型几何形状和辐射效率结果。显示了在框架区域内使用耦合馈源耦合到镜片上辐射元件的情况。在该实例中,馈送信号被电容性地耦合到镜片表面上的辐射结构上。如图2所示,框架内耦合的馈电元件与辐射元件的水平元件交叠(镜片的顶部与框架的底部交叠,这种交叠用于电容耦合)。电感性(或电容性和电感性的组合)实现方式也可以用于实现非接触馈电。镜片集成天线,在镜框区域内具有电容耦合馈源(天线设计用于GNSS 1.565GHz至1.61GHz)。

[0038] 图3所示的是根据本公开的智能眼镜的天线的频率与辐射效率曲线图。如图3所示,根据本公开的智能眼镜在天线设计所采用的GNSS 1.565GHz至1.61GHz频率范围内,辐射效率已经达到70-80%。利用馈送结构的几何形状来调整与镜片集成天线结构的阻抗匹配的能力,从而减少了设计和合并阻抗匹配电路网络的需要,这是采用该策略的另一个优

势。

[0039] 相对于大多数智能眼镜实现已使用框架区域将柔性电缆从一个镜腿连接到另一个镜腿将诸如音频或电源之类的信号从一侧传递到另一侧的现有技术,采用本公开的在这种小区域中设置RF馈电元件作为馈电镜片天线结构,所需的附加复杂度极小,并带来了新的优势。一方面,通过允许对镜片导电天线结构进行表面涂层(用绝缘防水涂层)以防止腐蚀,从而在不影响将天线信号耦合到其他智能眼镜系统中的情况下,方便使用镜片天线,另一方面,最小化实现和集成镜片集成天线与其他智能眼镜系统的机械设计和制造复杂性负担。

[0040] 根据本公开的智能眼镜,其中所述镜片边缘涂覆有绝缘防水涂层。

[0041] 根据本公开的智能眼镜,其中第一耦合馈电元件和第二耦合馈电元件彼此通过电容性馈电、电感性馈电或电容与电感组合馈电方式进行馈电。

[0042] 根据本公开的智能眼镜,其中所述第一耦合馈电元件和第二耦合馈电元件为迹线、环形、块状,螺旋形或曲折线。

[0043] 根据本公开的智能眼镜,其中所述天线为透明天线,集成在镜片的边缘部分或中心部分。

[0044] 根据本公开的智能眼镜,其中所述天线为一种混合透明天线,包括导电金属氧化物薄膜层以及在所述导电金属氧化物薄膜层的整个范围内均匀分布的导电体,其中,所述导电体在所述导电金属氧化物薄膜层的厚度方向的尺寸小于所述导电金属氧化物薄膜层的厚度,并且任意相邻两个导电体之间的距离使得两者之间的能量间隙大于2.5eV。

[0045] 根据本公开的智能眼镜,其中所述导电体在垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的厚度方向的高度尺寸为1000-2000nm,所述导电金属氧化物薄膜层的厚度比所述导电体在所述导电金属氧化物薄膜层的厚度方向的高度尺寸大5-10nm,并且所述导电体沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面的最大尺寸在200-500nm之间。

[0046] 根据本公开的智能眼镜,其中所述导电体沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面形状为方形、圆形或椭圆形。

[0047] 根据本公开的智能眼镜,其中所述导电体沿着垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的延展方向呈网格状架构或条纹状架构。

[0048] 根据本公开的智能眼镜,其中所述导电体为铜呈网格状架构而所述导电金属氧化物薄膜层的材料为氧化铟锡。

[0049] 可选择地,由于透明天线与镜片集成在一起,为了不影响透明天线对镜片基本功能的影响同时提高天线的发射功率,需要进一步改善透明天线。通常,透光率和电导率是衡量一种材料是否适合用于制备透明天线的关键指标。当前透明导体制作的天线虽然有很高的透光率和电导率,但是薄层电阻RSH很大,而采用微线结构制作的天线虽然具有优异的导电特性,但透光性很差。基于当前透明导体或微线结构的显示器可集成透明天线无法平衡显示器所需的

天线  
[0050] 效率和透明度,也无法达到透明度 $T \geq 90\%$ 和薄层电阻或单位面积(sheet resistance)  $RSH \leq 0.5\Omega/\square$ 的要求。现有模拟结果显示,以ITO材料作为例子,一种具有140nm厚度的ITO层的透明天线,天线透明性可以达到90%。但是,样品中的ITO薄层电阻约

为 $100.5\Omega/\square$ ，因此辐射效率只能达到10-15%；而以铜微线架构为例子，天线可获得大于50%的天线效率，但是透明性低于当前的显示器透明性要求。因此，采用当前的材料，要使得透明导体天线辐射效率 $\geq 50\%$ ，无论是透明导体天线电极还是微线结构天线电极，其薄层电阻RSH都大于 $0.5\Omega/\square$ 。但是，无论是透明导体天线电极还是微线结构天线电极，在其薄层电阻 $RSH \leq 0.5\Omega/\square$ 时，当前透明导体透明度T将无法显示透明度 $T \geq 90\%$ 的要求。

[0051] 为此，本公开为智能眼镜集成了一种混合透明天线。图4所示的是根据本公开的智能眼镜中的混合透明天线的第一实施方式的剖面示意图。如图4中所示，混合透明天线包括导电金属氧化物薄膜层110以及均匀埋植在导电金属氧化物薄膜层110中的导电体M。导电体M形成的构架为网状或条纹状(后面将会详细描述)。

[0052] 如图4所示，导电体M完全埋植在导电金属氧化物薄膜层110中，为此，所述导电体M在所述导电金属氧化物薄膜层110的厚度方向的尺寸小于所述导电金属氧化物薄膜层的厚度。尽管图4显示的导电体M的下部与导电金属氧化物薄膜层110的下部齐平，但是可选择地，导电体M的下部位于导电金属氧化物薄膜层110下表面之上，从而导电金属氧化物薄膜层110整体包裹住所述导电体M。

[0053] 所述导电金属氧化物薄膜层110的厚度比所述导电M在所述导电金属氧化物薄膜层110的厚度方向的高度尺寸大5-10nm。因此，例如，所述导电体在垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的厚度方向的高度尺寸为1000-2000nm，则导电金属氧化物薄膜层110的厚度在1005-2010nm之间。

[0054] 所述导电体的在图4所示的剖面中的宽高比 $d/t_M$ 基本为2:5。因此沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面的最大尺寸在200-500nm之间。通过控制相邻两个导电体M之间的间距P，使得彼此之间的能量间隙大于或等于2.5eV。在满足该能量间隙的基础上，尽可能增加间距P，使得整个混合透明天线的透明度T大于90%。导电金属氧化物薄膜层110厚度以及其中埋植的导电体M结构足以使得透明天线的薄层电阻 $RSH \leq 0.5\Omega/\square$ ，因此天线的辐射效率 $\geq 50\%$

[0055] 图5所示的是根据本公开的智能眼镜中的混合透明天线的第二实施方式的剖面示意图。其结构与第一实施方式的混合透明天线的结构基本相同，不同的是，在导电金属氧化物薄膜层110和基板130之间还有薄膜导电涂层120用于粘合基本与混合透明天线，其厚度不大于20nm。

[0056] 在根据本公开的智能眼镜中集成的混合透明天线中，所述导电体沿着所述导电金属氧化物薄膜层的水平延展方向的横截面形状为方形、圆形或椭圆形根据本公开的混合透明天线，其中所述导电体沿着垂直于所述导电金属氧化物薄膜层的延展方向呈网格状架构或条纹状架构。图6所示的是根据本公开的智能眼镜中的混合透明天线中的导电体M呈现方形网格状架构的俯视示意图，而图7所示的是根据本公开的智能眼镜中的混合透明天线中的导电体M呈现条纹状架构的俯视示意图。

[0057] 可选择地，所述导电体M的材料为铜、银、金、碳纳米管或碳纳米棒等高导电性的材料。所述导电金属氧化物薄膜层110的材料为氧化铟锡、铟镓锌氧化物、掺杂铝的氧化锌或掺杂不高于5%的铌二氧化钛。

[0058] 图8所示的是根据本公开的智能眼镜中的混合透明天线以及常规天线的对比模拟

实验测试结果对比图。如图8所示,当所述导电体M为铜呈网格状架构而所述导电金属氧化物薄膜层110的材料为氧化铟锡时,通过调整导电体M的间距P可以获得不同组成方式的混合透明天线的样本。当透明度进入目标区域时,会出现薄层电阻也进入目标区域,如果薄层电阻没有进入目标区域,则可以通过调整导电体M的尺寸,例如调整其高度等来使其进入目标区域,也可以调整样本的导电金属氧化物薄膜层110厚度来使得样本进入目标区域。

[0059] 如图8所示,在图8中的左侧一条实线代表了各种ITO和铜微线架构混合透明天线,而左侧的一条虚线代表了石墨烯和铜微线架构混合透明天线。两者组合都存在进入目标区域的样本。而其他仅仅使用铜微线架构或透明导电薄膜的透明天线都没有进入目标区域的样本。图8中的阴影区域为目标区域,其透明度大于90%,薄层电阻小于 $0.5\Omega/\square$ 。

[0060] 根据本公开的基于混合透明导电膜架构的透明天线,可以满足透明度 $T \geq 90\%$ 和薄层电极(sheet resistance)  $RSH \leq 0.5\Omega/\square$ 的要求。提出的透明导电膜架构提高了透明度,并平衡了天线性能和显示光学质量。

[0061] 术语“约”和“大约”可用于意指在一些实施方案中目标尺寸的 $\pm 20\%$ 以内、在一些实施方案中目标尺寸的 $\pm 10\%$ 以内、在一些实施方案中目标尺寸的 $\pm 5\%$ 以内,以及还有在一些实施方案中目标尺寸的 $\pm 2\%$ 以内。术语“约”和“大约”可包括目标尺寸。

[0062] 本文所述的技术方案可实现为方法,其中已经提供了至少一个实施例。作为所述方法的一部分所执行的动作可以以任意合适的方式排序。因此,可以构建实施方案,其中各动作以与所示的次序所不同的次序执行,其可包括同时执行一些动作,即使这些动作在说明性实施方案中被示为顺序动作。此外,方法在一些实施方案中可包括比示出的那些更多的动作,在其他实施方案中包括比示出的那些更少的动作。

[0063] 虽然在此描述了本发明的至少一个说明性的实施方案,但是对于本领域的技术人员而言,可容易地进行多种改变、修改和改进。这样的改变、修改和改进旨在在本发明的精神和范围以内。因此,前述说明仅通过举例方式并不旨在作为限制。本发明仅由下列权利要求及其等同物所限定。

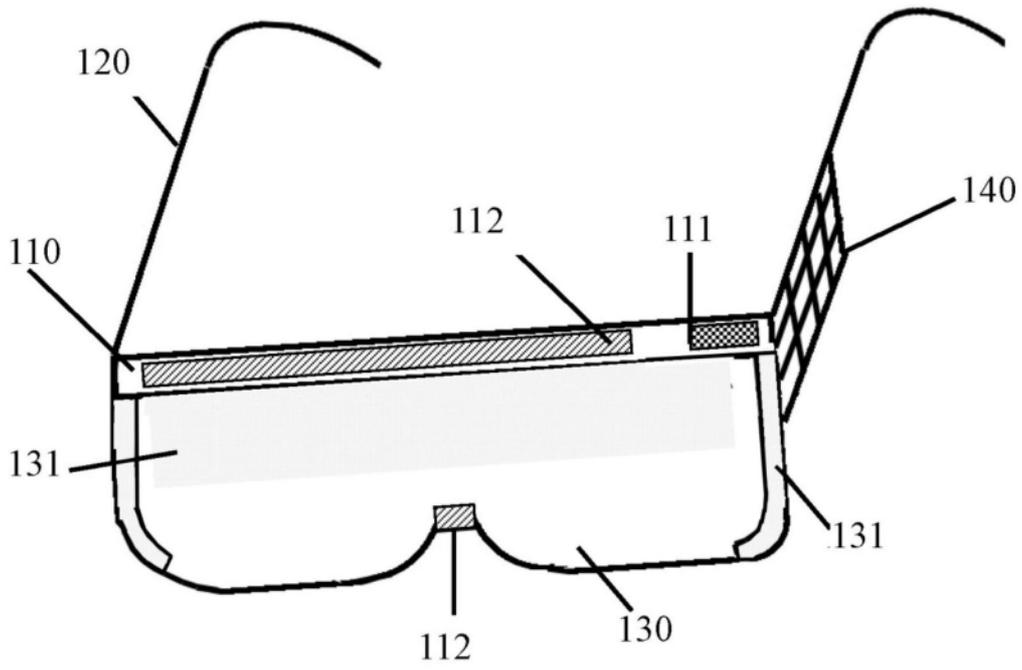


图1

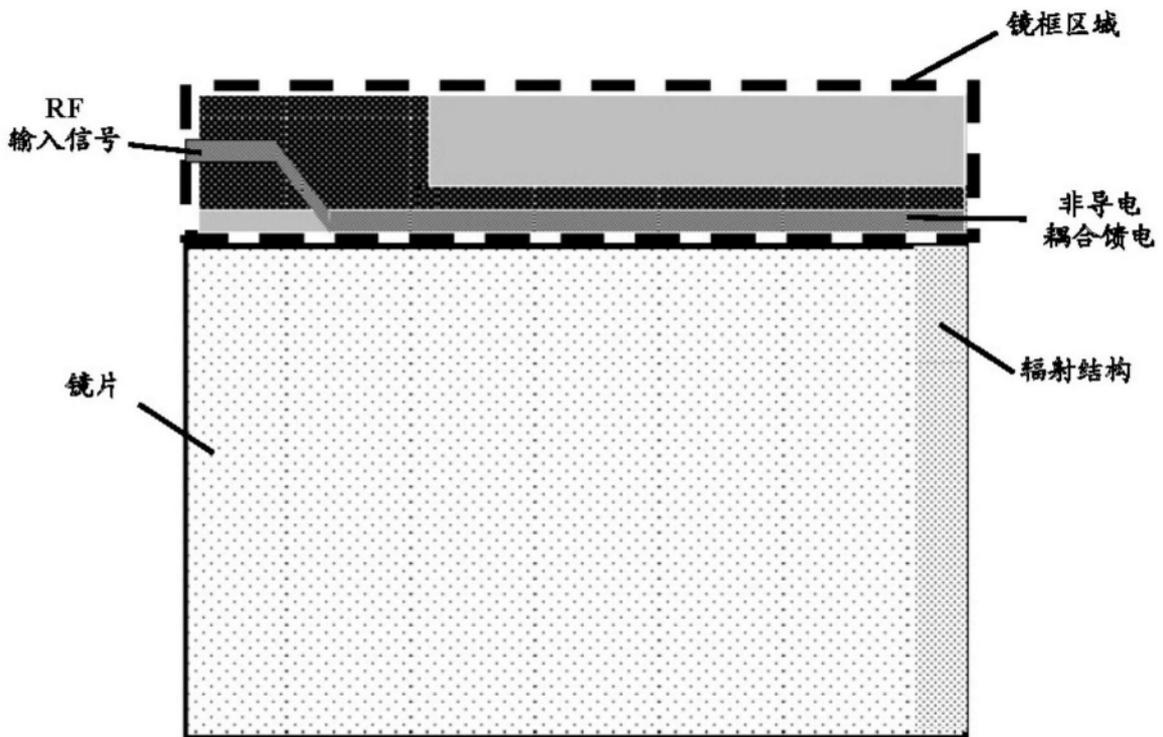


图2

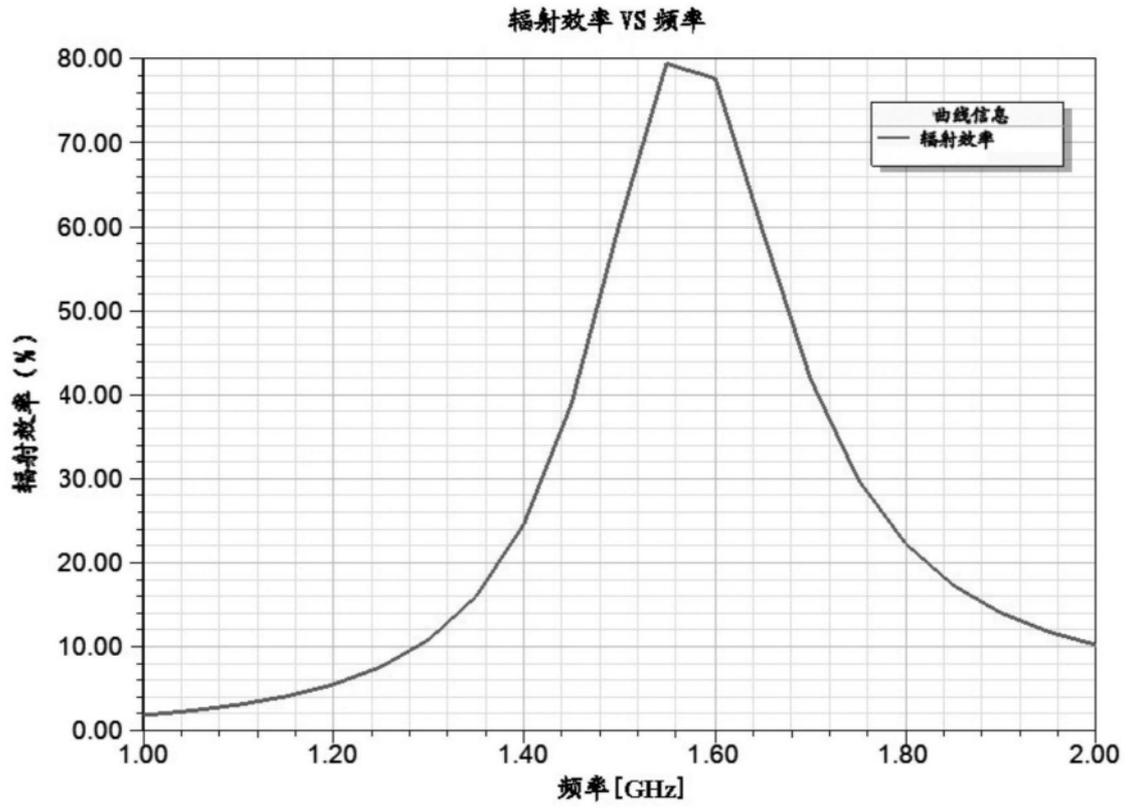


图3

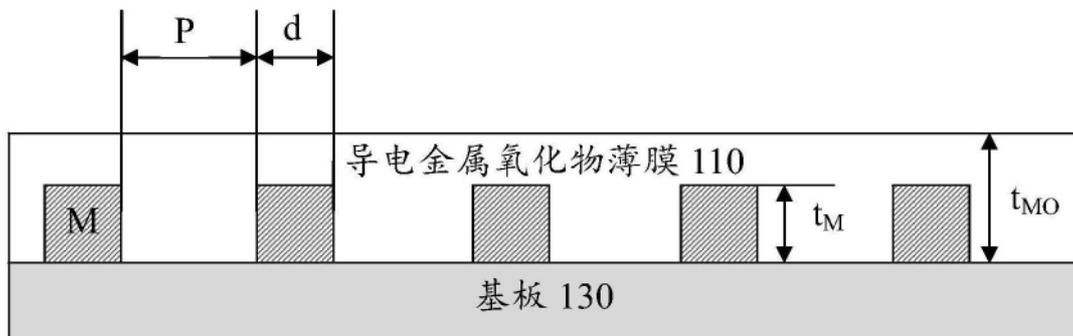


图4

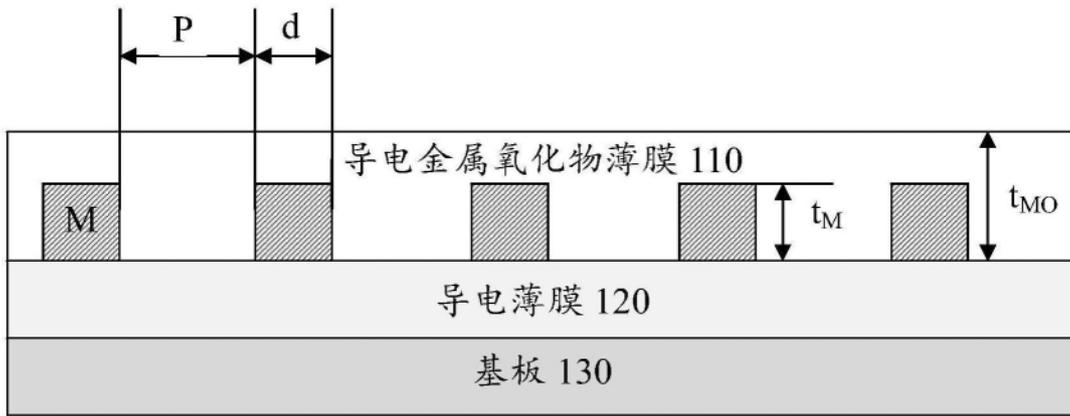


图5

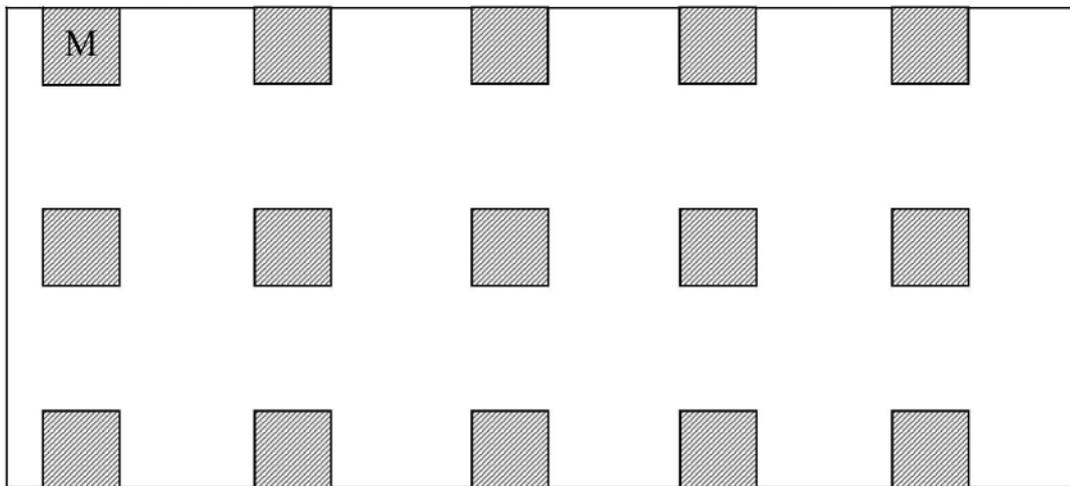


图6

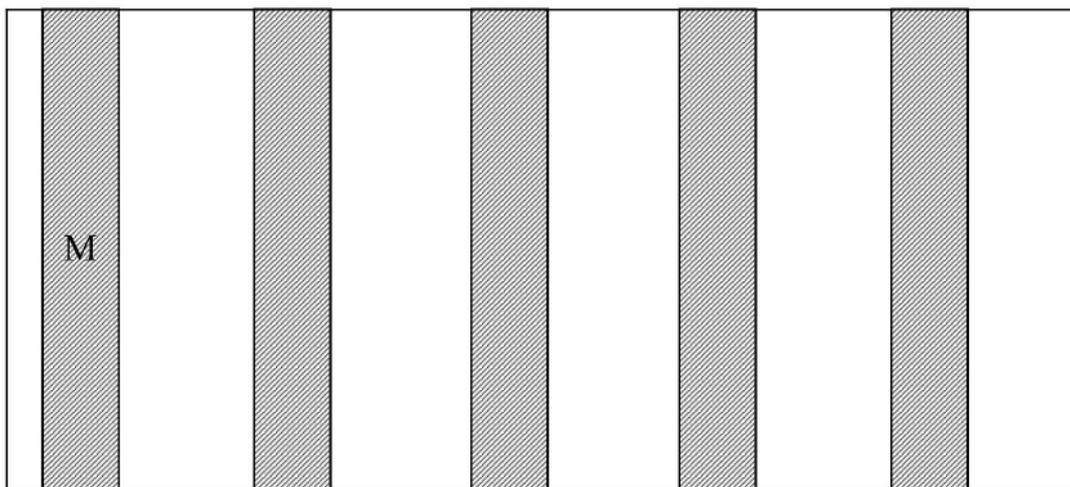


图7

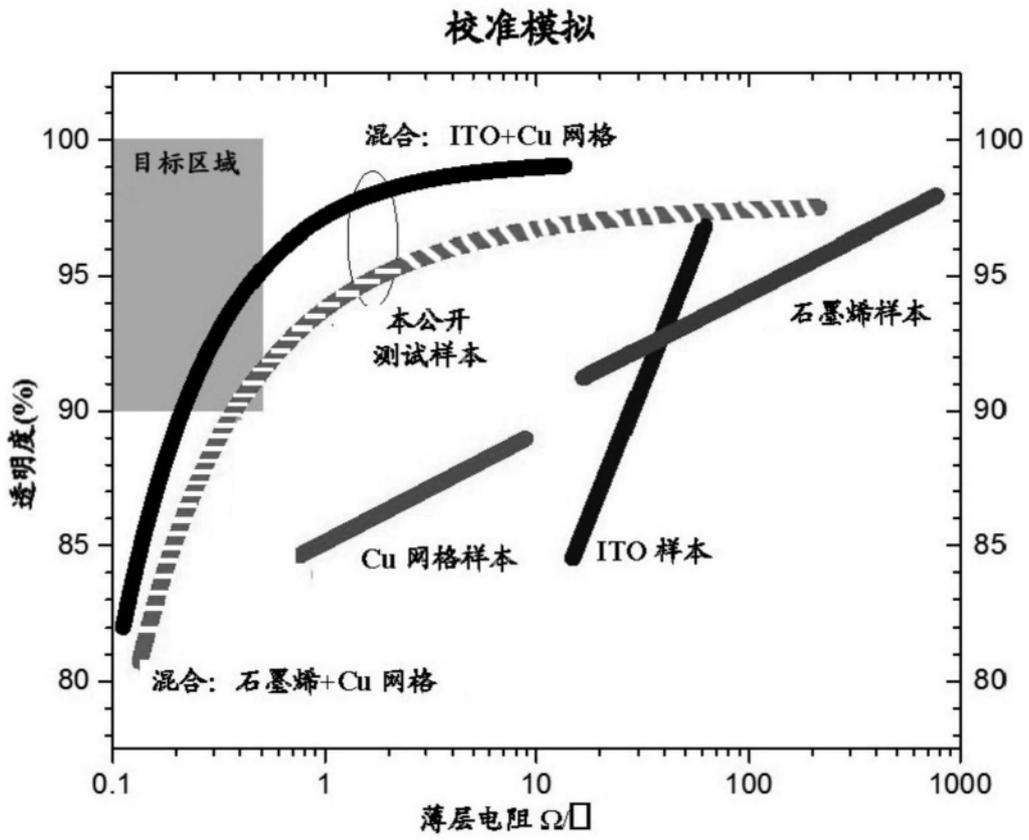


图8