

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 8 月 18 日 (18.08.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/127344 A1

(51) 国际专利分类号:
H01Q 5/10 (2015.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/072782

(22) 国际申请日: 2015 年 2 月 11 日 (11.02.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 张志华 (ZHANG, Zhihua); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 李建铭 (LI, Jianming); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 杨育展 (YANG, Yuzhan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王汉阳 (WANG, Hanyang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国

北京市海淀区西直门北大街 32 号枫蓝国际 A 座 8F-6, Beijing 100082 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第 21 条(3))。

(54) Title: MULTI-FREQUENCY ANTENNA AND TERMINAL DEVICE

(54) 发明名称: 一种多频天线及终端设备

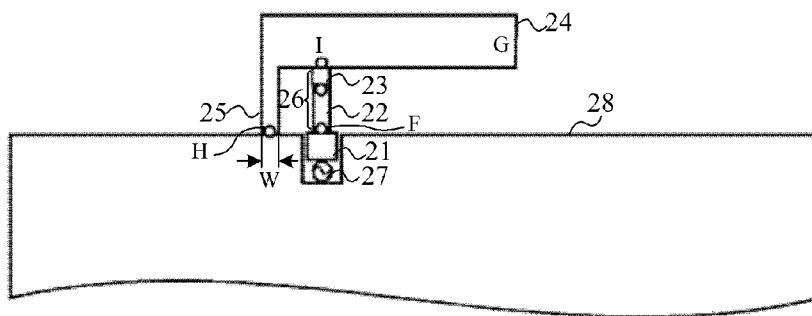


图2

(57) Abstract: Provided are a multi-frequency antenna and a terminal device. The multi-frequency antenna comprises a feed portion connected to a capacitor assembly to form a feed circuit, a feed matching circuit electrically connected between a feed radio-frequency circuit and the feed circuit; and a radiation portion electrically connected to the feed circuit and a grounding portion respectively, the grounding portion being electrically connected to the horizontal plane, wherein a first resonance loop is formed from the feed circuit to an end of the radiation portion away from the grounding portion, the first resonance loop generating a first resonance frequency and a second resonance frequency.

(57) 摘要: 本发明实施例提供一种多频天线及终端设备, 一种多频天线包括: 馈电部与电容组件连接形成馈电电路, 馈电匹配电路电连接在馈电射频电路与馈电电路之间; 辐射部分别与馈电电路及接地部电连接, 接地部与地平面电连接, 从馈电电路到所述辐射部远离接地部的一端形成第一谐振回路, 第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率。



WO 2016/127344 A1

一种多频天线及终端设备

技术领域

5 本发明实施例涉及天线技术，尤其涉及一种多频天线及终端设备。

背景技术

随着无线通信技术的发展，智能手机或平板电脑等便携式终端设备被越来越多地使用。便携式终端设备的生产厂商为了吸引消费者购买，需要持续
10 地对便携式终端设备进行改进。

由于外观是消费者对便携式终端设备的第一印象，因此，为了吸引消费者购买便携式终端设备，除了持续提升便携式终端设备的软硬件性能，便携式终端设备的外观、握持时的手感等外观因素已经变得越来越重要。目前高端智能手机或平板电脑等便携式终端设备正在朝向轻薄化方向发展，同时为
15 了增加产品的质感，会使用金属材料作为便携式终端设备外观件（例如手机后壳）的主要设计元素。

但是目前的便携式终端设备都支持多种制式的无线通信功能，例如 Wifi、GPS、蓝牙、或 CDMA、GSM、LTE 等各制式的移动通信，需要为便携式终端设备配置多频天线，并且为了提升便携式终端设备的外观，天线都需要采用
20 内置式设计。而内置式天线的长度通常为谐振频率对应波长的 $1/4$ ，如何减小天线的尺寸，更好的应用的终端设备中，为目前亟待解决的问题。

发明内容

25 本发明实施例提供一种多频天线及终端设备，可以缩小天线尺寸。

第一方面提供一种多频天线，包括：馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在馈电射频电路与所述馈电电路之间；

30 所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地

平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第一谐振频率为 GPS 频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频，其中，所述第一谐振回路的长度介于所述第一谐振频率对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间，所述接地部的宽度介于 0.5 毫米与 2.5 毫米之间。

结合第一方面，在第一方面第一种可能的实现方式中，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第三谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

结合第一方面或第一方面第一种可能的实现方式，在第一方面第二种可能的实现方式中，所述电容组件的电容值与所述第一谐振频率成反比。

结合第一方面至第一方面第二种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第一方面第三种可能的实现方式中，所述接地部的宽度与所述第二谐振频率成反比。

结合第一方面至第一方面第三种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第一方面第四种可能的实现方式中，所述地平面为电路板的铺铜层。

第二方面提供一种终端设备，包括：外壳、基带处理电路、混频电路、馈电射频电路和多频天线，其中，所述基带处理电路、所述混频电路、所述馈电射频电路和所述多频天线位于所述外壳内，所述基带处理电路、所述混频电路和所述馈电射频电路连接，所述多频天线包括：

馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在所述馈电射频电路与所述馈电电路之间；

所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第一谐振频率为 GPS 频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频，所述第一谐振回路的长度介于所述第一谐振频率对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间，所述接地部的宽度介于 0.5 毫米与 2.5 毫米之间。

结合第二方面，在第二方面第一种可能的实现方式中，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第二谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

结合第二方面或第二方面第一种可能的实现方式，在第二方面第二种可能的实现方式中，所述电容组件的电容值与所述第一谐振频率成反比。

结合第二方面至第二方面第二种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第二方面第三种可能的实现方式中，所述接地部的宽度与所述第二谐振频率成反比。

结合第二方面至第二方面第三种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第二方面第四种可能的实现方式中，所述地平面为所述终端设备内电路板的铺铜层。

第三方面提供一种多频天线，包括：馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在馈电射频电路与所述馈电电路之间；

所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频。

结合第三方面，在第三方面第一种可能的实现方式中，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第三谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

结合第三方面或第三方面第一种可能的实现方式，在第三方面第二种可能的实现方式中，所述开槽孔的长度与所述第三谐振频率成反比。

结合第三方面至第三方面第二种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第三方面第三种可能的实现方式中，所述接地部的宽度与所述第二谐

振频率成反比。

结合第三方面至第三方面第三种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第三方面第四种可能的实现方式中，所述地平面为电路板的铺铜层。

- 5 第四方面提供一种终端设备，包括：外壳、基带处理电路、混频电路、馈电射频电路和多频天线，其中，所述基带处理电路、所述混频电路、所述馈电射频电路和所述多频天线位于所述外壳内，所述基带处理电路、所述混频电路和所述馈电射频电路连接，所述多频天线包括：

馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

- 10 所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在所述馈电射频电路与所述馈电电路之间；

所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频。

- 15 结合第四方面，在第四方面第一种可能的实现方式中，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第三谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

- 20 结合第四方面，在第四方面第一种可能的实现方式中，所述开槽孔的长度与所述第三谐振频率成反比。

结合第四方面至第四方面第二种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第四方面第三种可能的实现方式中，所述接地部的宽度与所述第二谐振频率成反比。

- 25 结合第四方面至第四方面第三种可能的实现方式中任一种可能的实现方式，在第四方面第四种可能的实现方式中，所述地平面为所述终端设备内电路板的铺铜层。

- 30 本发明实施例提供的多频天线及终端设备，通过在馈电部与辐射部之间设置一个电容组件，等效于为天线辐射部设置一个串联电阻，并且将天线的接地部到馈电部之间的路径等效于一个并联的电感，由馈电部、该串联电阻

和该并联电感形成符合 CRLH 原理的多频天线，这样可以缩小天线的尺寸。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实
5 施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下
面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在
不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为美国专利 US 6788257(B2)公开的一种多频天线；

图 2 为本实施例提供的多频天线实施例一的结构示意图；

10 图 3 为不同电容组件电容值对应的第一谐振频率的频谱示意图；

图 4 为不同接地部宽度对应的第一谐振频率的频谱示意图；

图 5 为本发明实施例提供的多频天线实施例二的结构示意图；

图 6 为本发明实施例提供的多频天线实施例三的结构示意图；

图 7 为本发明实施例提供的多频天线实施例四的结构示意图；

15 图 8 为本发明实施例提供的多频天线实施例五的结构示意图；

图 9 为本发明实施例提供的多频天线实施例六的结构示意图

图 10 为图 9 所示实施例的多频天线的天线辐射效率图；

图 10 为本发明实施例提供的终端设备实施例一的结构示意图；

图 11 为本发明实施例提供的多频天线实施例七的结构示意图；

20 图 12A 至图 12C 为图 11 所示多频天线的表面电流分布和电场分布示意
图；

图 13 为本发明实施例提供的终端设备实施例一的结构示意图；

图 14 为本实施例提供的多频天线实施例八的结构示意图；

图 15 为本发明实施例提供的多频天线实施例九的结构示意图；

25 图 16 为本发明实施例提供的终端设备实施例二的结构示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发
明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，
30 显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于

本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

由于便携式终端设备中集成的功能越来越多，因此需要为便携式终端设备配置能够提供多个谐振频率的多频天线。目前便携式终端设备中的天线主要都是基于倒 F 形天线（Inverted F Antenna, IFA）或平面倒 F 形天线（Planar Inverted F Antenna, PIFA）的架构设计的。多频天线的设计主要是使用多谐振支路外加寄生支路的架构设计。

图 1 为美国专利 US 6788257(B2)公开的一种多频天线，其技术实现方式是通过天线本身的不同长度的多谐振支路可以同时激发产生不同的谐振模式。在图 1 中，在天线 11 上，点 A 为馈电点，路径 AB 及路径 AC 为两个不同的谐振支路，然后在天线的馈电点或接地点附近再增加一段接地的寄生支路 12，该寄生支路 12 上，点 D 为接地点，路径 DE 可以产生额外的谐振模式。通过调整天线 11 和寄生支路 12 的尺寸，图 1 所示的天线能够产生三个不同频率的谐振模式，并且根据图 1 所示天线的原理，能够设计出可以产生超过三个频率的谐振模式的天线。但由于图 1 所示的天线还是基于 IFA 架构，产生天线基频的谐振支路的尺寸一般为四分之一波长，若天线包括多个谐振支路及寄生支路，天线的整体尺寸都是在基频的四分之一波长的基础上增加的。但是对于日渐小型化的便携式终端的设计趋势，这样大小的天线仍然较大。另外，基于 IFA 或 PIFA 架构的天线工作在基频时，表面电流主要集中在天线的辐射部上（即图 1 中的点 B 附近），这样的设计导致若在天线附近有接地端，则天线本身的带宽和辐射效率将严重下降。因此如图 1 所示的基于 IFA 或 PIFA 架构的天线难以应用在全金属背盖的便携式设备中。

为了解决上述便携式终端设备中多频天线尺寸较大，更进一步，图 1 的方案也难以应用在全金属背盖的便携式设备中的问题，本发明实施例提供一种基于复合左右手（Composite Right/Left Handed, CRLH）设计的多频天线，以及应用该基于 CRLH 天线的终端设备。

图 2 为本实施例提供的多频天线实施例一的结构示意图，如图 2 所示，本实施例的多频天线包括：馈电匹配电路 21、馈电部 22、电容组件 23、辐射部 24 和接地部 25。

其中，馈电部 22 与电容组件 23 连接形成馈电电路 26，馈电匹配电路 21

电连接在馈电射频电路 27 与馈电部 22 之间，电容组件 23 连接辐射部 24。馈电匹配电路 21 用于匹配馈电射频电路 27 与馈电电路 26 中的射频信号。馈电部 22 用于将馈电射频电路 27 产生的射频信号馈入辐射部 24 或者将辐射部 24 产生的射频信号馈入馈电射频电路 27。辐射部 24 分别与电容组件 23 及接
5 地部 25 电连接，接地部 25 与地平面 28 电连接，从馈电电路 26 到辐射部 24 远离接地部 25 的一端形成第一谐振回路（即图 2 中的点 F 到点 G 的路径），第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率。一般地，接地部 25 与辐射部 24 可以为一体地金属片，即辐射部 24 延伸至地平面 28 的部分即为接地部 25，接地部 25 的宽度可以为 W。

10 馈电部 22、辐射部 24 和接地部 25 形成一个基本的天线结构。另外，由于馈电射频电路 27 与馈电部 22 之间存在阻抗不匹配的情况，因此在馈电射频电路 27 与馈电部 22 之间还电连接有馈电匹配电路 21，馈电匹配电路 21 用于匹配馈电射频电路 27 与馈电部 22 中的射频信号，包括将馈电射频电路 27 发射的信号经过匹配后传输给馈电电路 26，然后通过辐射部 24 辐射出去，
15 或者将通过馈电电路 26 传输的辐射部 24 接收的信号，匹配后传输给馈电射频电路 27。在馈电部 22 与辐射部 24 之间，还设置有电容组件 23，电容组件 23 与馈电部 22 形成馈电电路 26。电容组件 23 可以为集总式电容，也可以为分布式电容。若电容组件 23 为集总式电容，则将一确定好电容值的集总式电
20 容器件连接（例如，通过焊接的方式）在馈电部 22 与辐射部 24 之间即可。若电容组件 23 为分布式电容，则可以将馈电部 22 与辐射部 24 之间预留一定间隙，该间隙将呈现分布式电容特性，通过调整馈电部 22 与辐射部 24 之间的间隙宽度，即可调整该分布式电容的电容值。例如，馈电部 22 与辐射部 24 之间的间隙宽度为 0.3mm 时，可以等效于 0.4pF 的集总式电容的电容值。

在本实施例提供的多频天线中，第一谐振频率可以为全球定位系统
25 （Global Positioning System, GPS）频率。GPS 频率分为 L1、L2 和 L3 三个频段，其频率分别为 L1 频段 1.57542GHz，L2 频段 1.22760GHz，L3 频段 1.38105GHz。在本实施例中，以 GPS 的 L1 频段为例，即第一谐振频率为 1.57542GHz。第一谐振回路的长度（即点 F 到点 G 的路径）介于第一谐振频率对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间，若第一谐振频率为 1.57542GHz 则可以
30 计算出第一谐振回路的长度大概介于 30.5mm 与 34.3mm 之间。第二谐振频率

为第一谐振频率的倍频。其中，第二谐振频率为第一谐振频率的倍频，具体可以为第二谐振频率为第一谐振频率的 1.5 倍，或第二谐振频率为第一谐振频率的 2.5 倍，或第二谐振频率为第一谐振频率的 3 倍。本实施例中，第二谐振频率可以为第一谐振频率的 3.5 倍，例如，第一谐振频率为 1.57542GHz，
5 第二谐振频率大约为 5.5GHz 左右，为无线保真（Wireless-Fidelity，WiFi）频率。接地部 25 的宽度 W 可以介于 0.5mm 与 2.5mm 之间，例如，接地部的宽度 W 可以等于 1mm。当然，接地部 25 的宽度也可以为 0.8mm，2mm 或 2.2mm。

本实施例提供的多频天线设置在需要工作在多个无线频段中的终端设备中，其中在终端设备中具有馈电射频电路 27，馈电射频电路 27 用于处理多
10 频天线接收的射频信号或将产生的射频信号通过多频天线发射出去。并且终端设备中还设置有接地的地平面 28，地平面 28 一般为终端设备电路板上的覆铜，例如电路板上的一层铺铜层。

如图 2 所示的多频天线中，从接地部 25 与地平面 28 的连接点 H 到馈电电路 26 与辐射部 24 的连接点 I 之间的部分会构成一个与辐射部 24 并联的电
15 感，而电容组件 23 与辐射部 24 为串联连接关系，等效为一个串联的电阻。根据 CRLH 天线的原理，该并联的电感与该串联的电阻会形成符合左右手传输线原理的核心组件，从该多频天线的辐射部 24 上远离接地部 25 的点 G 到馈电部 22 与馈电射频电路 27 连接的点 F 之间的路径形成第一谐振回路，在第一谐振回路上将产生第一谐振频率，第一谐振频率为该多频天线的基频。

同时，根据 CRLH 的原理，第一谐振回路还会产生第二谐振频率，第二谐振频率为第一谐振频率的倍频。第一谐振频率符合左手法则，第一谐振回路的长度介于第一谐振频率对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间，例如，第一谐振回路的长度为第一谐振频率对应波长的 0.125 倍，第二谐振频率符合右手法则。因此，图 2 所示的多频天线将产生两个谐振频率，通过调整多频天线中各部
25 件的尺寸以及参数，可以调整第一谐振频率和第二谐振频率。其中，调整点 G 到点 F 的路径长度可以调整第一谐振回路的长度，即调整第一谐振频率的大小，同时第二谐振频率的大小也会相应变化。通过调整电容组件 23 的电容值，可以对第一谐振回路的谐振频率进行调整，电容组件 23 的电容值与第一谐振频率成反比。通过调整接地部 25 的宽度 W，也可以对第二谐振频率进行
30 调整，接地部 25 的宽度 W 与第二谐振频率成反比，将接地部 25 的宽度 W

增加，相当于将与第一谐振回路并联的电感的等效电感值增大。

根据 CRLH 天线原理可知，基于 CRLH 原理的天线，产生基频的谐振回路长度大概为基频对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间。而基于 IFA 或 PIFA 原理设计的天线（例如图 1 所示天线），其产生基频的谐振回路长度大概为基频对应波长的 0.25 倍，因此本实施例提供的多频天线比基于 IFA 或 PIFA 原理的天线尺寸可以短 0.09 倍的基频对应波长，这对于日渐倾向小型化设计的终端设备而言，是很重要的。由于本实施例的多频天线的基频设计在 GPS 频率，在 GPS 的 L1 频段，其基频的中心频率为 1575MHz，1575MHz 对应的波长约为 190mm，若采用基于 IFA 或 PIFA 原理设计的天线，其天线长度大约为 47.6mm，而若采用本实施例提供的天线，其天线长度大约为 30.5mm 与 34.3mm 之间，相差达到 17.1mm。考虑到目前主流的便携式终端设备，例如苹果公司的 iphone 4 智能手机，其外形尺寸仅为 $115.2 \times 58.6 \times 9.3 \text{mm}^3$ ，由此可见，17.1mm 的差距对于目前的便携式终端设备而言，是很可观的。因此，若终端设备采用本实施例提供的多频天线，可以节约终端设备中的空间，从而可以减小终端设备的尺寸或将空间留给其他器件使用，以加强终端设备的功能。

另外，采用本实施例的基于 CRLH 原理设计的多频天线，当多频天线工作在基频上时，其辐射部 24 上的表面电流分布主要集中在接地部 25 附近，而如图 1 所示的基于 IFA 或 PIFA 架构设计的天线，当天线工作在基频上时，其天线 11 上的表面电流分布主要都集中在天线 11 靠近点 B 一端。若电流主要集中在天线 11 上的点 B 附近，则若点 B 附近存在接地端，天线 11 上的电流将受接地端的影响而产生电容效应，从而严重影响天线的性能。而在图 2 所示的多频天线中，电流主要集中在接地部 25 附近，则若辐射部 24 或接地部 25 附近存在接地端，由于辐射部 24 远离接地端处电流分布较小，其产生的电容效应对天线性能的影响较小，接地部 25 处虽然电流分布较大，但是接地部 25 由于与地平面电连接，其附近的接地端的与辐射部 24 之间产生的电容效应同样对天线性能的影响较小。因此，采用本实施例提供的多频天线的终端设备，将可以采用全金属背盖或其他全金属外观件的设计，多频天线的性能不会受到太大影响。

图 3 为不同电容组件电容值对应的第一谐振频率的频谱示意图，图中横

轴为频率，单位为 GHz，纵轴为回波损耗（Return Loss），单位为 dB。如图 3 所示，在图 2 所示实施例的多频天线中，设电容组件 23 为分布式电容，即在馈电部 22 和辐射部 24 之间设置一定宽度的间隙，曲线 31 为间隙宽度为 0.1mm 时对应的第一谐振频率的频谱曲线，曲线 32 为间隙宽度为 0.3mm 时对应的第一谐振频率的频谱曲线，曲线 33 为间隙宽度为 0.5mm 时对应的第一谐振频率的频谱曲线。馈电部 22 和辐射部 24 之间的间隙越小，等效的电容组件 23 的电容值越大，从图 3 中可以看出，当电容组件 23 的电容值变大时，第一谐振频率会往低频移动。

图 4 为不同接地部宽度对应的第一谐振频率的频谱示意图，图中横轴为频率，单位为 GHz，纵轴为回波损耗，单位为 dB。如图 4 所示，在图 2 所示实施例的多频天线中，曲线 41 为接地部 25 的宽度 W 为 0.5mm 时对应的第一谐振频率的频谱曲线，曲线 42 为接地部 25 的宽度 W 为 1mm 时对应的第一谐振频率的频谱曲线，曲线 43 为接地部 25 的宽度 W 为 1.5mm 时对应的第一谐振频率的频谱曲线。接地部 25 的宽度 W 越小，从接地点 H 到点 I 的路径等效的电感值越大，从图 4 中可以看出，当接地部 25 的宽度 W 变大时，第一谐振频率会往高频移动。

本实施例提供的多频天线，通过在馈电部与辐射部之间设置一个电容组件，等效于为天线辐射部设置一个串联电阻，并且天线的接地部到馈电部之间的路径等效于一个并联的电感，由馈电部、该串联电阻和该并联电感形成符合 CRLH 原理的多频天线，缩小了天线的尺寸并且由于改变了天线的表面电流分布，可以使天线可以应用于全金属外观件的终端设备中。

图 5 为本发明实施例提供的多频天线实施例二的结构示意图，如图 5 所示，本实施例的多频天线与图 2 所示多频天线的区别在于：图 5 所示的多频天线中，电容组件 23 设置于馈电部 22 与馈电匹配电路 21 之间，其中，馈电部 22 与辐射部 24 电连接，电容组件 23 与馈电匹配电路 21 电连接。本实施例所示的多频天线中，仍然由电容组件 23 和馈电部 22 形成馈电电路 26，同样可以由电容组件 23 和从接地部 25 到馈电部 22 的路径形成符合 CRLH 原理的天线。

在图 2 和图 5 所示实施例中，电容组件 23 可以采用集总式电容或分布式电容实现，但在采用分布式电容设计时，需要控制馈电部 22 与辐射部 24 之

间的间隙来控制电容组件 23 的电容值。

图 6 为本发明实施例提供的多频天线实施例三的结构示意图，如图 6 所示，本实施例的多频天线可以在图 2 所示多频天线的基础上，在辐射部 24 上开设有开槽孔 29，开槽孔 29 从辐射部 24 上远离接地部 25 的一端（即点 G）向接地部 25 延伸。

在辐射部 24 上开设有开槽孔 29，辐射部 24 上的开槽孔 29 会改变辐射部 24 上的电场分布，开槽孔 29 中的电场分布可以在辐射部 24 上产生一个新的谐振频率，即开槽孔 29 可以在辐射部 24 上形成第二谐振回路，第二谐振回路会产生第三谐振频率，通过调整开槽孔 29 在辐射部 24 上的位置、长度以及宽度，可以调整第三谐振频率。一般来说，开槽孔 29 的长度为第三谐振频率对应波长的 0.25 倍。当开槽孔 29 的长度或宽度增加时，第三谐振频率将向低频移动。

同样，图 6 所示实施例中的开槽孔也可以基于图 5 所示实施例设置，如图 7 所示。图 7 为本发明实施例提供的多频天线实施例四的结构示意图，如图 7 所示，本实施例的多频天线与图 6 所示多频天线的区别在于：图 7 所示的多频天线中，电容组件 23 设置于馈电部 22 与馈电匹配电路 21 之间，其中，馈电部 22 与辐射部 24 电连接，电容组件 23 与馈电匹配电路 21 电连接。

图 2 或图 5 所示的基于 CRLH 原理的多频天线可以提供两个谐振频率，增加了如图 6 或图 7 所示的开槽孔后，则本发明实施例提供的基于 CRLH 原理的多频天线将可以提供三个谐振频率，通过调整多频天线中各部件的尺寸及参数，可以使该多频天线工作在三个不同的频段。

图 8 为本发明实施例提供的多频天线实施例五的结构示意图，如图 8 所示，本实施例的多频天线与图 6 所示多频天线的区别在于，图 6 中的开槽孔 29 为“一”形，而图 8 中的开槽孔 29 为“L”形。将开槽孔 29 设置为“L”形主要是为了增加开槽孔 29 的长度，为了将第三谐振频率降低。例如在图 8 所示实施例中，将第一谐振频率中心设为 1575MHz，则从点 G 到点 F 的路径长度大约为 30.5mm，若需要将第三谐振频率中心设为 2442MHz（为 WiFi 2.4GHz 的频率），则开槽孔 29 的长度大约为 30.7mm，由此可见，若将开槽孔 29 设为“一”形，则辐射部 24 的长度可能不够，因此可以将开槽孔 29 设为“L”形，从而可以将第三谐振频率中心设为 2442Mhz。

图 9 为本发明实施例提供的多频天线实施例六的结构示意图，如图 9 所示，本实施例的多频天线在图 8 所示多频天线的基础上，还包括匹配电容 30。匹配电容 30 设置于馈电匹配电路 21 和地平面 28 之间。匹配电容 30 用于匹配第二谐振频率。当第二谐振频率在 5GHz 频段（5150Mhz~5850Mhz，例如 WiFi 的频段），匹配电容 30 可以设置为 0.4pF。同样地，本实施例所示的匹配电容 30 也可以设置于本发明其他各实施例提供的多频天线上。

图 10 为图 9 所示实施例的多频天线的天线辐射效率图，图中横轴为频率，单位为 Ghz，纵轴为效率，单位为 dB。图 10 所示实施例的多频天线中，将第一谐振频率中心设置为 1575Mhz（GPS 频率），将第二谐振频率中心设置为 5500Mhz（WiFi 5GHz 频率），将第三谐振频率中心设置为 2442Mhz（WiFi 2.4GHz 频率）。图 10 中曲线 101 为图 9 所示实施例的多频天线的效率曲线，从图曲线 101 中可以看出，图 9 所示实施例的多频天线在 GPS 频率的效率约为 -2.36~-2.92dB，在 WiFi 5GHz 频率的效率约为 -2.24~-3.73dB，在 WiFi 2.4GHz 频率的效率约为 -2.74~-3.93dB。由此可见，图 9 所示实施例的多频天线满足实际工作需要。

图 11 为本发明实施例提供的多频天线实施例七的结构示意图，如图 11 所示，本实施例的多频天线与图 7 所示的多频天线的区别在于：图 7 所示的多频天线的各部件都可以位于同一平面，例如，该平面可以为设置多频天线的地平面 28，例如该多频天线可以为微带线结构。而在图 11 所示多频天线中，馈电匹配电路 21、馈电部 22、电容组件 23 和接地部 25 位于同一平面，辐射部 24 可以设置在垂直于该平面的平面上。例如，该平面可以为设置多频天线的地平面 28，辐射部 24 可以设置在垂直于地平面 28 的平面上。

一般地，设置多频天线的终端设备中，为了保证多频天线的辐射效果，都会将多频天线设置在终端设备的边缘。因此，图 11 所示实施例的多频天线中，辐射部 24 可以设置在终端设备的侧边，以保证多频天线的辐射效果。图 11 所示的多频天线与图 7 所示的多频天线相比，可以进一步地节约终端设备中的空间。

在图 11 所示多频天线中，馈电部 22 与辐射部 24 之间间隔一间隙，该间隙呈现电容特性，该间隙可以为电容组件 23。

图 12A 至图 12C 为图 11 所示多频天线的表面电流分布和电场分布示意

图, 设图 11 所示的多频天线中, 第一谐振频率为 1575MHz, 第二谐振频率为 5500MHz, 第三谐振频率为 2442MHz。在图 12A 中, 以辐射部 24 表面填充的疏密程度来表示辐射部 24 表面电流的分布情况, 填充越密集表示电流越强, 填充越稀疏表示电流越弱, 如图 12A 所示, 当多频天线工作在第一谐振频率 1575MHz 时, 多频天线的表面电流分布主要集中在接地部 25 与地平面 28 的连接点 H 附近, 而在辐射部 24 远离接地部的点 G 附近, 分布的表面电流是最小的。图 12A 中辐射部 24 的表面电流密度经量化后, 点 H 附近约为 500A/m, 而点 G 附近仅约为 10A/m。在图 12B 中, 以辐射部 24 表面填充的疏密程度来表示辐射部 24 表面电流的分布情况, 填充越密集表示电流越强, 填充越稀疏表示电流越弱, 如图 12B 所示, 当多频天线工作在第二谐振频率 5500MHz 时, 多频天线的表面电流分布主要集中在接地部 25 与地平面 28 的连接点 H 附近, 而在辐射部 24 远离接地部的点 G 附近, 分布的表面电流是最小的。图 12B 中辐射部 24 的表面电流密度经量化后, 点 G 附近约为 10A/m, 点 H 附近约为 70-100A/m。在图 12C 中, 以开槽孔 29 内填充的疏密程度来表示开槽孔 29 内电场强度的变化情况, 填充越密集表示电场强度越强, 填充越稀疏表示电场强度越弱, 如图 12C 所示, 当多频天线工作在第三谐振频率 2442MHz 时, 在开槽孔 29 中的电场在靠近辐射部 24 远离接地部的点 G 一侧较高, 而在靠近馈电电路 26 与辐射部 24 的连接点 I 附近的电场较小。图 12C 中开槽孔部 29 内的电场强度经量化后, 靠近点 G 一侧约为 10000V/m, 靠近点 I 一侧约为 2000V/m。

基于图 12A 至图 12C 可知, 当多频天线工作在第一谐振频率和第二谐振频率时, 多频天线的电流集中在辐射部 24 的表面且靠近点 H 附近, 而在点 G 附近的电流较小。这样若在多频天线附近安装金属背盖, 则辐射部 24 上的表面电流和金属背盖产生的电容效应将较小, 不会影响多频天线的工作。而当多频天线工作在第三谐振频率时, 电场将集中在开槽孔 29 中, 而不是辐射体 24 表面, 因此多频天线附近的金属背盖也不会对其造成太大影响。

图 13 为本发明实施例提供的终端设备实施例一的结构示意图, 如图 13 所示, 本实施例提供的终端设备包括外壳 131、馈电射频电路 27、多频天线 133、混频电路 135 和基带处理电路 134, 其中, 馈电射频电路 27、多频天线 133、混频电路 135 和基带处理电路 134 位于外壳 131 内。外壳 131 内还可以

有其他器件 136。

其中，馈电射频电路 27 用于处理多频天线 133 接收的射频信号并将处理后的信号发送给混频电路 135 进行下变频处理，混频电路 135 经下变频得到的中频信号发送给基带处理电路 134 中进行处理，或者基带处理电路 134 将基带信号发送给混频电路 135 进行上变频得到射频信号，然后混频电路 135 将射频信号发送给馈电射频电路 27 并通过多频天线 133 发射出去。

本实施例所示的终端设备可以为手机、平板电脑等任一种需要进行无线通信的便携式终端设备。其中多频天线 133 可以为图 2、图 5、图 6、图 7、图 8、图 9 或图 11 所示实施例中的任一种多频天线。多频天线 133 的具体结构和实现原理可参见图 2、图 5、图 6、图 7、图 8、图 9 或图 11 所示实施例的多频天线，此处不再赘述。

在本实施例提供的一种终端设备中，终端设备的总体尺寸为 $140 \times 70 \times 7\text{mm}^3$ ，而多频天线 133 仅占用 $20 \times 6 \times 7\text{mm}^3$ 。

由于在本实施例所示的终端设备中，采用了如图 2、图 5、图 6、图 7、图 8、图 9 或图 11 所示的多频天线，该多频天线的尺寸较小，可以进一步地缩减整个终端设备的尺寸，符合当前终端设备的小型化设计趋势。在终端设备外形尺寸不变的情况下，可以利用节约出的空间为终端设备安装具备更多地功能器件。另外，由于多频天线符合 CRLH 原理，因此可以将多频天线的外壳 131 采用全金属外观件制作，而不会影响多频天线的性能。一般地，终端设备可以将外壳 131 制作为金属材质，这样可以提升终端设备的外观，增加终端设备的手感，吸引消费者购买。

图 14 为本实施例提供的多频天线实施例八的结构示意图，如图 14 所示，本实施例的多频天线包括：馈电匹配电路 141、馈电部 142、电容组件 143、辐射部 144 和接地部 145。

其中馈电部 142 与电容组件 143 连接形成馈电电路 146，馈电匹配电路 141 电连接在馈电射频电路 147 与馈电部 142 之间，电容组件 143 连接辐射部 144。馈电匹配电路 141 用于匹配馈电射频电路 147 与馈电电路 146 中的射频信号。馈电部 142 用于将馈电射频电路 147 产生的射频信号馈入辐射部 144 或者将辐射部 144 产生的射频信号馈入馈电射频电路 147。辐射部 144 分别与电容组件 143 及接地部 145 电连接，接地部 145 与地平面 148 电连接，

从馈电电路 146 到辐射部 144 远离接地部 145 的一端形成第一谐振回路（即图 14 中的点 F 到点 G 的路径），第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率。一般地，接地部 145 与辐射部 144 为一体地金属片，即辐射部 144 延伸至地平面 148 的部分即为接地部 145，接地部 145 的宽度可以为 W。

5 馈电部 142、辐射部 144 和接地部 145 形成一个基本的天线结构。另外，由于馈电射频电路 147 与馈电部 142 之间存在阻抗不匹配的情况，因此在馈电射频电路 147 与馈电部 142 之间还电连接有馈电匹配电路 141，馈电匹配电路 141 用于匹配馈电射频电路 147 与馈电部 142 中的射频信号，包括将馈电射频电路 147 发射的信号经过匹配后传输给馈电电路 146，然后通过辐射部 144 辐射出去，或者将通过馈电电路 146 传输的辐射部 144 接收的信号，
10 匹配后传输给馈电射频电路 147。在馈电部 142 与辐射部 144 之间，还设置有电容组件 143，电容组件 143 与馈电部 142 形成馈电电路 146。电容组件 143 可以为集总式电容，也可以为分布式电容。若电容组件 143 为集总式电容，则将一确定好电容值的集总式电容器件连接（例如，通过焊接的方式）
15 在馈电部 142 与辐射部 144 之间即可。若电容组件 143 为分布式电容，则可以将馈电部 142 与辐射部 144 之间预留一定间隙，该间隙将呈现分布式电容特性，通过调整馈电部 142 与辐射部 144 之间的间隙宽度，即可调整该分布式电容的电容值。例如，馈电部 142 与辐射部 144 之间的间隙宽度为 0.3mm 时，可以等效于 0.4pF 的集总式电容的电容值。

20 可选地，在辐射部 144 上开设有开槽孔 149，开槽孔 149 从辐射部 144 上远离接地部 145 的一端（即点 G）向接地部 145 延伸。

 从接地部 145 与地平面 148 的连接点 H 到馈电电路 146 与辐射部 144 的连接点 I 之间的部分会构成一个与辐射部 144 并联的电感，而电容组件 143 与辐射部 144 为串联连接关系，等效为一个串联的电阻。根据 CRLH 天线的
25 原理，该并联的电感与该串联的电阻会形成符合左右手传输线原理的核心组件，从该多频天线的辐射部 144 上远离接地部 145 的点 G 到馈电部 142 与馈电射频电路 147 连接的点 F 之间的路径形成第一谐振回路，在第一谐振回路上将产生第一谐振频率，第一谐振频率为该多频天线的基频。同时，根据 CRLH 的原理，第一谐振回路还会产生第二谐振频率，第二谐振频率为第一
30 谐振频率的倍频。第一谐振频率符合左手法则，第二谐振频率符合右手法则。

在辐射部 144 上开设有开槽孔 149，辐射部 144 上的开槽孔 149 会改变辐射部 144 上的电场分布，开槽孔 149 中的电场分布可以在辐射部 144 上产生一个新的谐振频率，即开槽孔 149 可以在辐射部 144 上形成第二谐振回路，第二谐振回路会产生第三谐振频率。

5 因此，图 14 所示的多频天线将产生三个谐振频率，通过调整多频天线中各部件的尺寸以及参数，可以调整第一谐振频率、第二谐振频率和第三谐振频率。其中，调整点 G 到点 F 的路径长度可以调整第一谐振回路的长度，即调整第一谐振频率的大小，同时第二谐振频率的大小也会相应变化。通过调整电容组件 143 的电容值，可以对第一谐振回路的谐振频率进行调整，电容
10 组件 143 的电容值与第一谐振频率成反比。通过调整接地部 145 的宽度 W，也可以对第二谐振频率进行调整，接地部 145 的宽度 W 与第二谐振频率成反比，将接地部 145 的宽度 W 增加，相当于将与第一谐振回路并联的电感的等效电感值增大。通过调整开槽孔 149 在辐射部 144 上的位置、长度以及宽度，可以调整第三谐振频率。一般来说，开槽孔 149 的长度为第三谐振频率对应
15 波长的 0.25 倍。当开槽孔 149 的长度或宽度增加时，第三谐振频率将向低频移动。

本实施例提供的多频天线设置在需要工作在多个无线频段中的终端设备中，其中在终端设备中具有馈电射频电路 147，馈电射频电路 147 用于处理多频天线接收的射频信号或将产生的射频信号通过多频天线发射出去。并且
20 终端设备中还设置有接地的地平面 148，地平面 148 一般为终端设备电路板上的覆铜，例如电路板上的一层铺铜层。

根据 CRLH 天线原理可知，基于 CRLH 原理的天线，产生基频的谐振回路长度大概为基频对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间。而基于 IFA 或 PIFA 原理设计的天线（例如图 1 所示天线），其产生基频的谐振回路长度大概为基
25 频对应波长的 0.25 倍，因此本实施例提供的多频天线比基于 IFA 或 PIFA 原理的天线尺寸短 0.09 倍的基频对应波长，这对于日渐倾向小型化设计的终端设备而言，是很重要的。例如本实施例的多频天线的基频设计在 GPS 频率，在 GPS 的 L1 频段，其基频的中心频率为 1575MHz，1575MHz 对应的波长约为 190mm，若采用基于 IFA 或 PIFA 原理设计的天线，其天线长度大约为
30 47.6mm，而若采用本实施例提供的天线，其天线长度大约为 30.5mm 与

34.3mm 之间，相差达到 17.1mm。考虑到目前主流的便携式终端设备，例如苹果公司的 iphone 4 智能手机，其外形尺寸仅为 $115.2 \times 58.6 \times 9.3 \text{mm}^3$ ，由此可见，17.1mm 的差距对于目前的便携式终端设备而言，是很可观的。因此，若终端设备采用本实施例提供的多频天线，可以节约终端设备中的空间，从而可以减小终端设备的尺寸或将空间留给其他器件使用，以加强终端设备的功能。

另外，采用本实施例的基于 CRLH 原理设计的多频天线，当多频天线工作在基频上时，其辐射部 144 上的表面电流分布主要集中在接地部 145 附近，而如图 1 所示的基于 IFA 或 PIFA 架构设计的天线，当天线工作在基频上时，其天线 11 上的表面电流分布主要都集中在天线 11 靠近点 B 一端。若电流主要集中在天线 11 上的点 B 附近，则若点 B 附近存在接地端，天线 11 上的电流将受接地端的影响而产生电容效应，从而严重影响天线的性能。而在图 14 所示的多频天线中，电流主要集中在接地部 145 附近，则若辐射部 144 或接地部 145 附近存在接地端，由于辐射部 144 远离接地端处电流分布较小，其产生的电容效应对天线性能的影响较小，接地部 145 处虽然电流分布较大，但是接地部 145 由于与地平面电连接，其附近的接地端的与辐射部 144 之间产生的电容效应同样对天线性能的影响较小。因此，采用本实施例提供的多频天线的终端设备，采用金属背盖或其他金属外观件的设计，多频天线的性能不会受到太大影响。

图 15 为本发明实施例提供的多频天线实施例九的结构示意图，如图 15 所示，本实施例的多频天线与图 14 所示多频天线的区别在于，图 14 中的开槽孔 149 为“一”形，而图 15 中的开槽孔 149 为“L”形。将开槽孔 149 设置为“L”形主要是为了增加开槽孔 149 的长度，为了将第三谐振频率降低。例如在图 15 所示实施例中，将第一谐振频率中心设为 1575MHz，则从点 G 到点 F 的路径长度大约为 30.5mm，若需要将第三谐振频率中心设为 2442MHz（为 WiFi 2.4GHz 的频率），则开槽孔 149 的长度大约为 30.7mm，由此可见，若将开槽孔 149 设为“一”形，则辐射部 144 的长度可能不够，因此可以将开槽孔 149 设为“L”形，从而可以将第三谐振频率中心设为 2442Mhz。

图 16 为本发明实施例提供的终端设备实施例二的结构示意图，如图 16 所示，本实施例提供的终端设备包括外壳 161、馈电射频电路 147、多频天线

163、基带处理电路 164 和混频电路 165，其中，馈电射频电路 147、多频天线 163、基带处理电路 164 和混频电路 165 位于外壳 161 内。

其中，馈电射频电路 147 用于处理多频天线 163 接收的射频信号并将处理后的信号发送给混频电路 165 进行下变频处理，混频电路 165 经下变频得到的中频信号发送给基带处理电路 164 中进行基带处理，或者基带处理电路 164 将基带信号发送给混频电路 165 进行上变频得到射频信号，然后混频电路 165 将射频信号发送给馈电射频电路 147 并通过多频天线 163 发射出去。

本实施例所示的终端设备可以为手机、平板电脑等任一种需要进行无线通信的便携式终端设备。其中多频天线 163 可以为图 14 或图 15 所示实施例中的任一种多频天线。多频天线 163 的具体结构和实现原理可参见图 14 或图 15 所示实施例的多频天线，此处不再赘述。

在本实施例提供的一种终端设备中，终端设备的总体尺寸为 $140 \times 70 \times 7\text{mm}^3$ ，而多频天线 133 仅占用 $20 \times 6 \times 7\text{mm}^3$ 。

由于在本实施例所示的终端设备中，采用了如图 14 或图 15 所示的多频天线，该多频天线的尺寸较小，可以进一步地缩减整个终端设备的尺寸，符合当前终端设备的小型化设计趋势。在终端设备外形尺寸不变的情况下，可以利用节约出的空间为终端设备安装具备更多地功能器件。另外，由于多频天线符合 CRLH 原理，因此可以将多频天线的外壳 161 采用金属外观件制作，而不会影响多频天线的性能。一般地，终端设备可以将外壳 161 中的背盖制作为金属材质，这样可以提升终端设备的外观，增加终端设备的手感，吸引消费者购买。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换。因此，本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种多频天线，其特征在于，包括：馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在馈电射频电路与所述馈电电路之间；

所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第一谐振频率为全球定位系统 GPS 频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频，其中，所述第一谐振回路的长度介于所述第一谐振频率对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间，所述接地部的宽度介于 0.5 毫米与 2.5 毫米之间。

2、根据权利要求 1 所述的多频天线，其特征在于，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第三谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的多频天线，其特征在于，所述电容组件的电容值与所述第一谐振频率成反比。

4、根据权利要求 1~3 任一项所述的多频天线，其特征在于，所述接地部的宽度与所述第二谐振频率成反比。

5、根据权利要求 1~4 任一项所述的多频天线，其特征在于，所述地平面为电路板的铺铜层。

6、一种终端设备，包括：外壳、基带处理电路、混频电路、馈电射频电路和多频天线，其中，所述基带处理电路、所述混频电路、所述馈电射频电路和所述多频天线位于所述外壳内，所述基带处理电路、所述混频电路和所述馈电射频电路连接，其特征在于，所述多频天线包括：

馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在所述馈电射频电路与所述馈电电路之间；

所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地

平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第一谐振频率为全球定位系统 GPS 频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频，所述第一谐振回路的长度介于所述第一谐振频率对应波长的 0.12 倍与 0.18 倍之间，所述接地部的宽度介于 0.5 毫米与 2.5 毫米之间。

7、根据权利要求 6 所述的终端设备，其特征在于，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第二谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

8、根据权利要求 6 或 7 所述的终端设备，其特征在于，所述电容组件的电容值与所述第一谐振频率成反比。

9、根据权利要求 6~8 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述接地部的宽度与所述第二谐振频率成反比。

10、根据权利要求 6~9 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述地平面为所述终端设备内电路板的铺铜层。

11、一种多频天线，其特征在于，包括：馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在馈电射频电路与所述馈电电路之间；

所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频。

12、根据权利要求 11 所述的多频天线，其特征在于，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第三谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

13、根据权利要求 12 所述的多频天线，其特征在于，所述开槽孔的长度

与所述第三谐振频率成反比。

14、根据权利要求 11~13 所述的多频天线，其特征在于，所述接地部的宽度与所述第二谐振频率成反比。

15、根据权利要求 11~14 任一项所述的多频天线，其特征在于，所述地平面为电路板的铺铜层。

16、一种终端设备，包括：外壳、基带处理电路、混频电路、馈电射频电路和多频天线，其中，所述基带处理电路、所述混频电路、所述馈电射频电路和所述多频天线位于所述外壳内，所述基带处理电路、所述混频电路和所述馈电射频电路连接，其特征在于，所述多频天线包括：

10 馈电匹配电路、馈电部、电容组件、辐射部和接地部；

所述馈电部与所述电容组件连接形成馈电电路，所述馈电匹配电路电连接在所述馈电射频电路与所述馈电电路之间；

15 所述辐射部分别与所述馈电电路及所述接地部电连接，所述接地部与地平面电连接，从所述馈电电路到所述辐射部远离所述接地部的一端形成第一谐振回路，所述第一谐振回路产生第一谐振频率和第二谐振频率，所述第二谐振频率为所述第一谐振频率的倍频。

17、根据权利要求 16 所述的终端设备，其特征在于，所述辐射部上开设有开槽孔，所述开槽孔从所述辐射部上远离所述接地部的一端向所述接地部延伸，所述开槽孔用于在所述辐射部上形成第二谐振回路，所述第二谐振回路产生第三谐振频率，所述第三谐振频率与所述第一谐振频率和所述第二谐振频率不同。

18、根据权利要求 17 所述的终端设备，其特征在于，所述开槽孔的长度与所述第三谐振频率成反比。

19、根据权利要求 16~18 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述接地部的宽度与所述第二谐振频率成反比。

20、根据权利要求 16~19 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述地平面为所述终端设备内电路板的铺铜层。

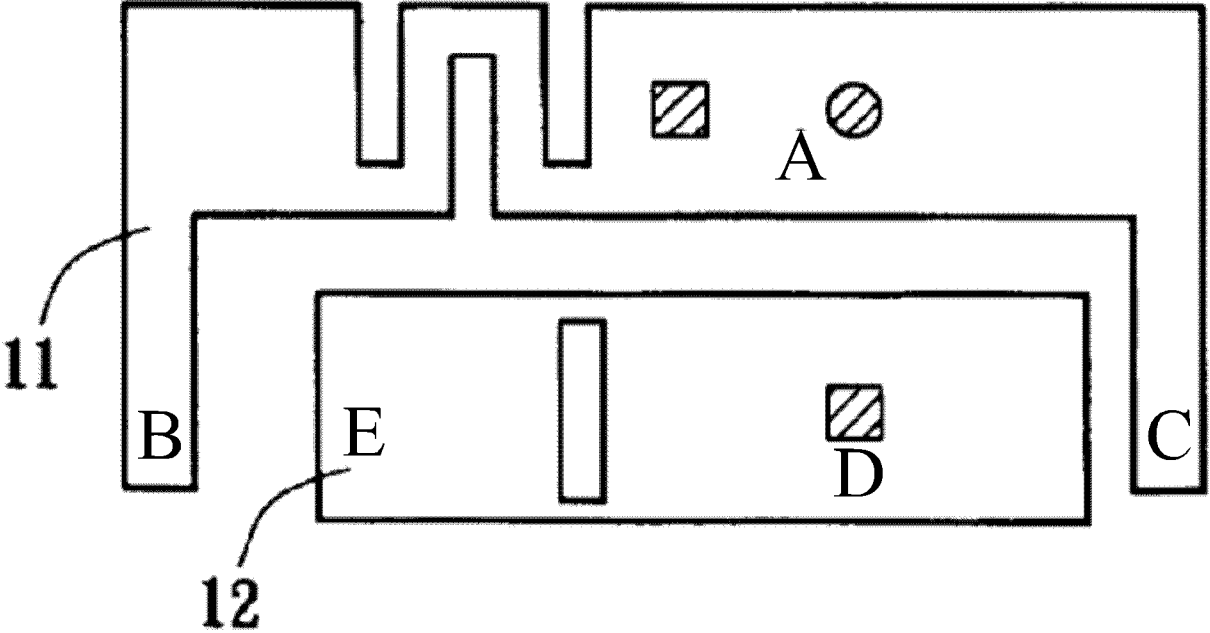


图 1

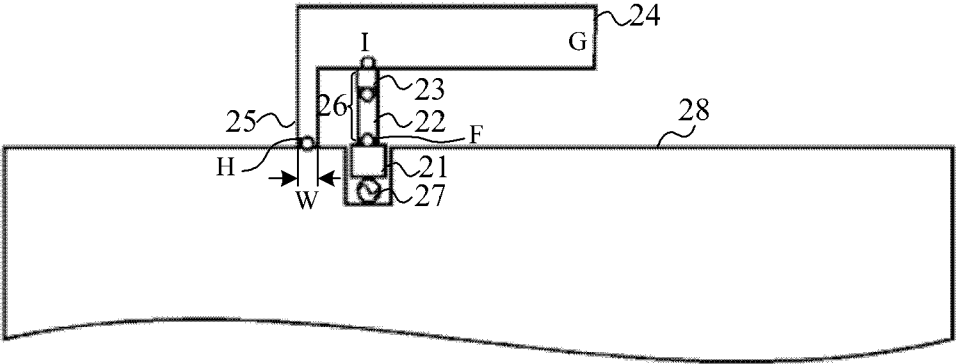


图 2

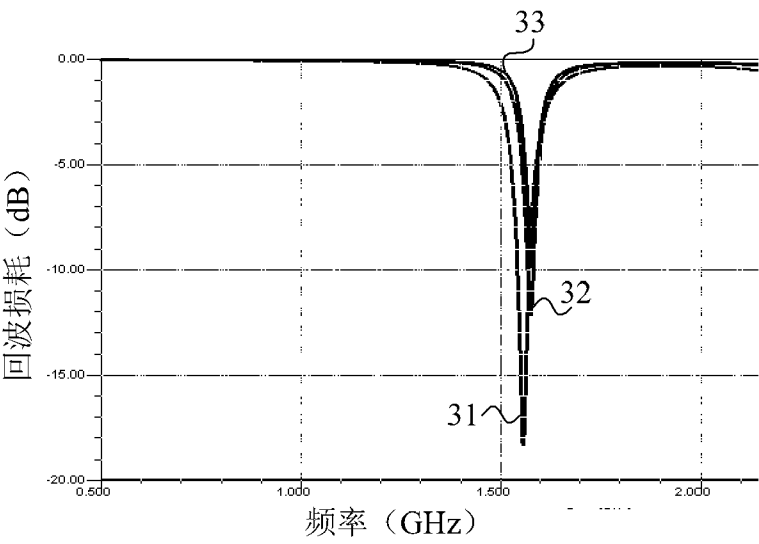


图 3

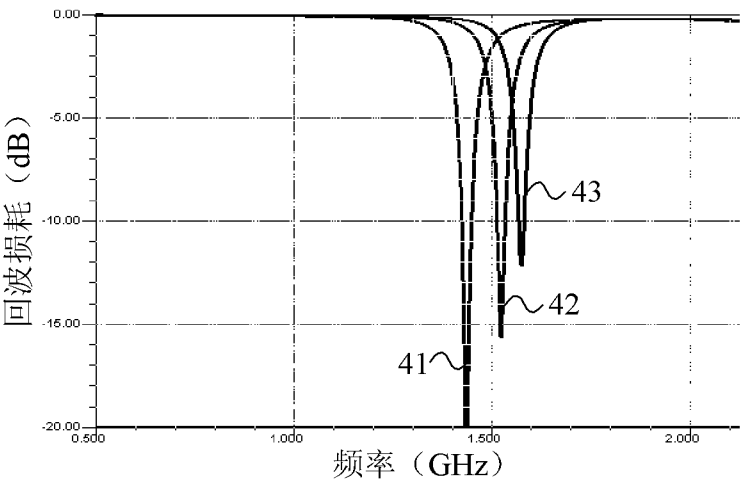


图 4

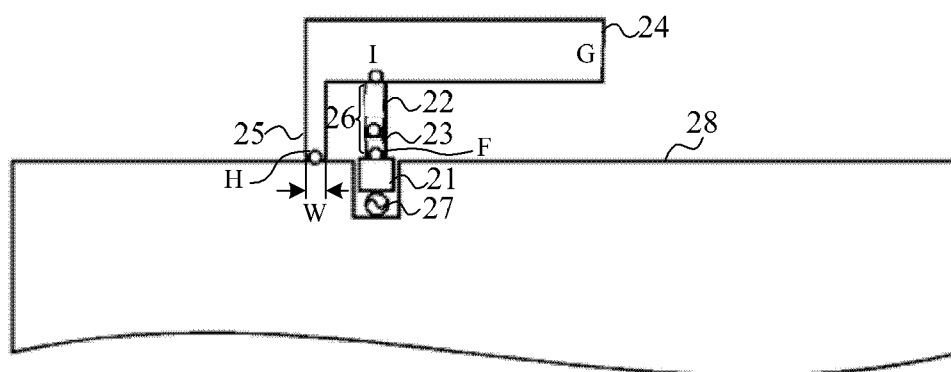


图 5

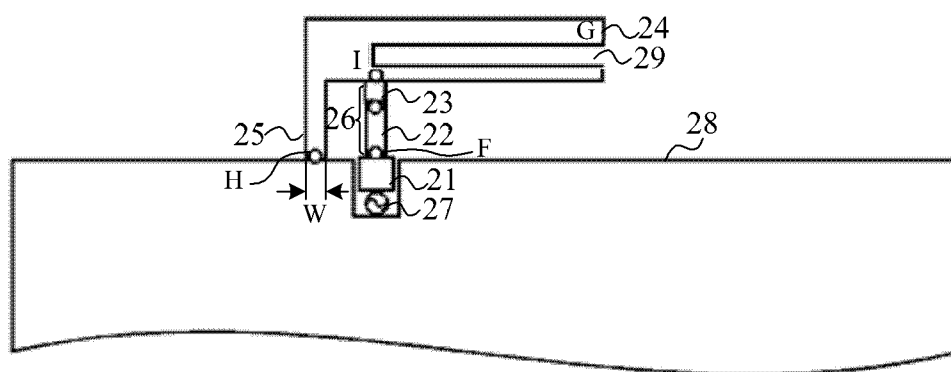


图 6

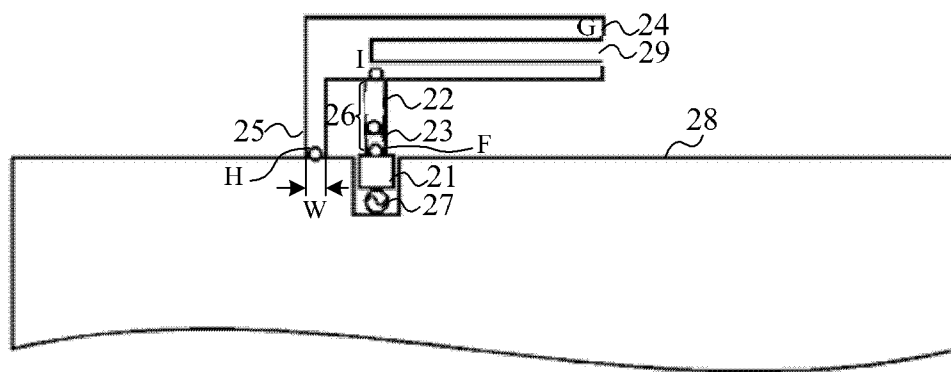


图 7

4/9

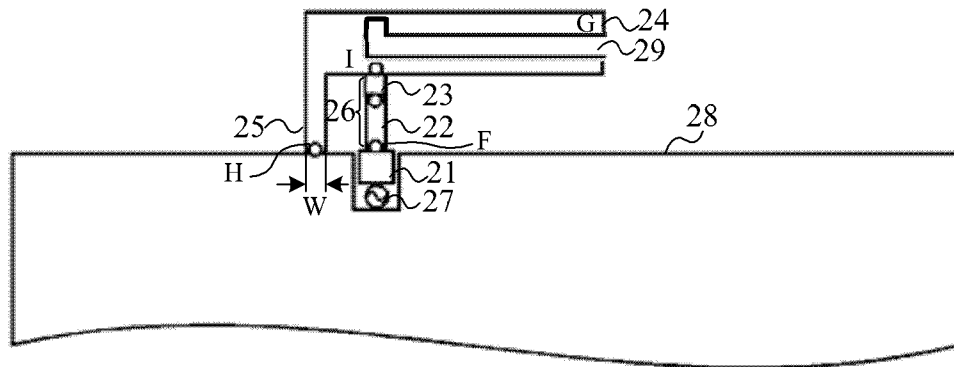


图 8

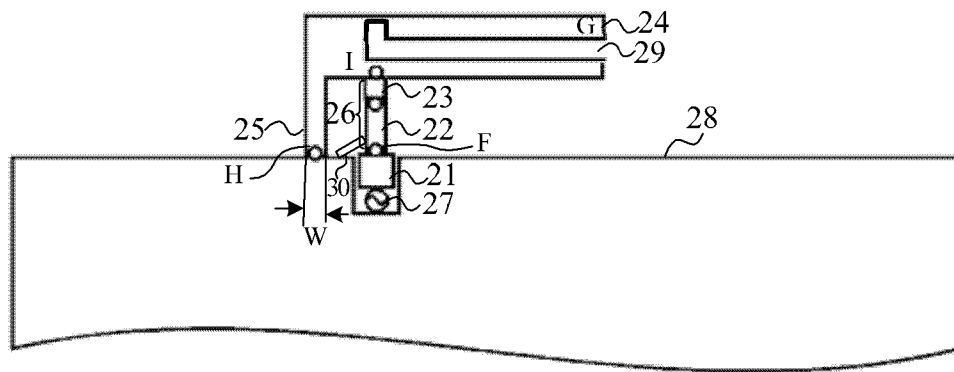


图 9

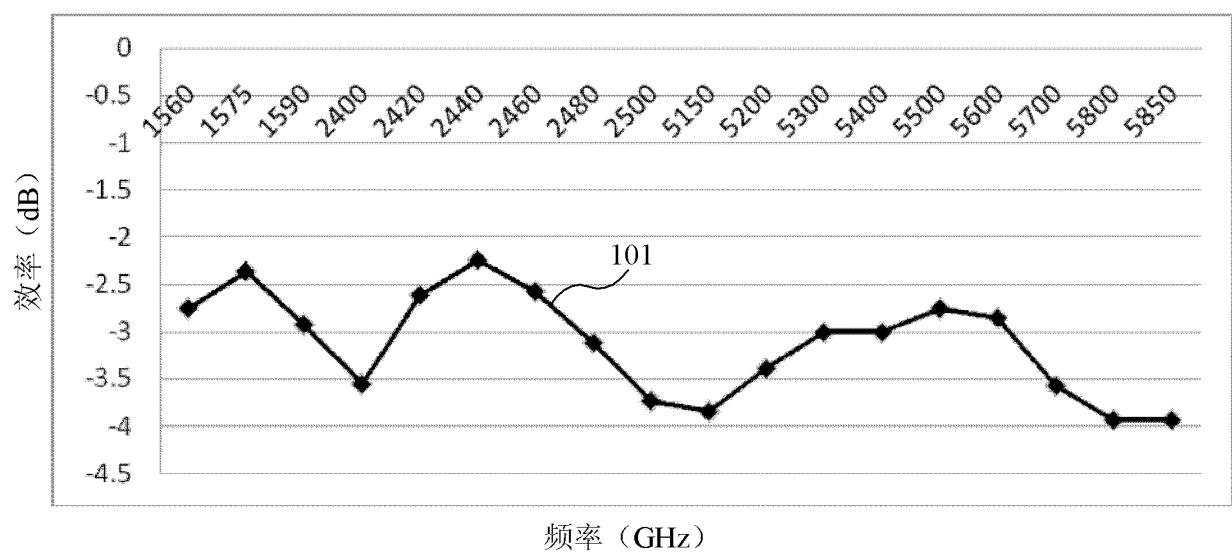


图 10

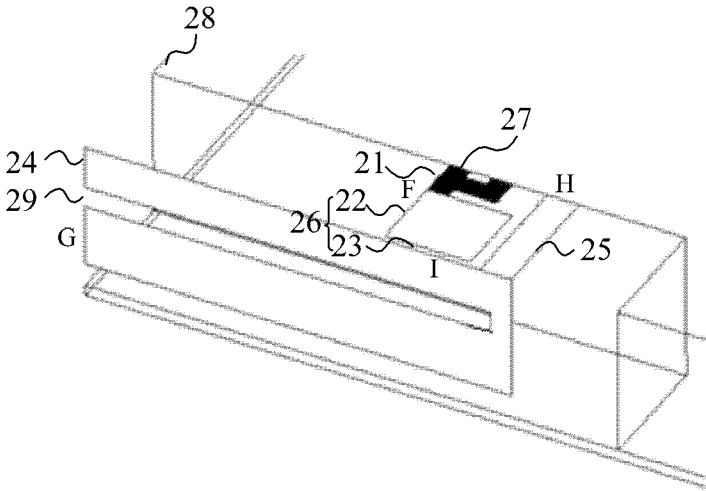


图 11

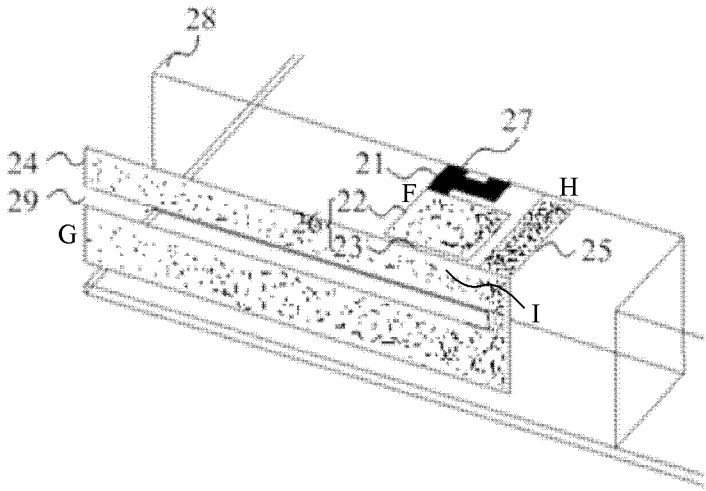


图 12A

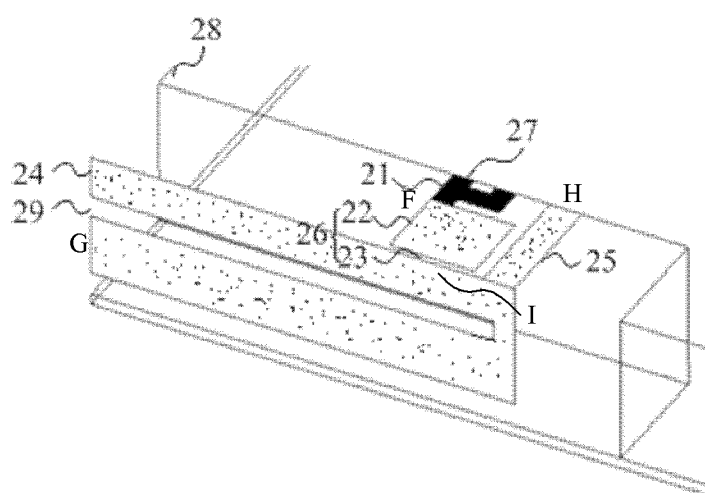


图 12B

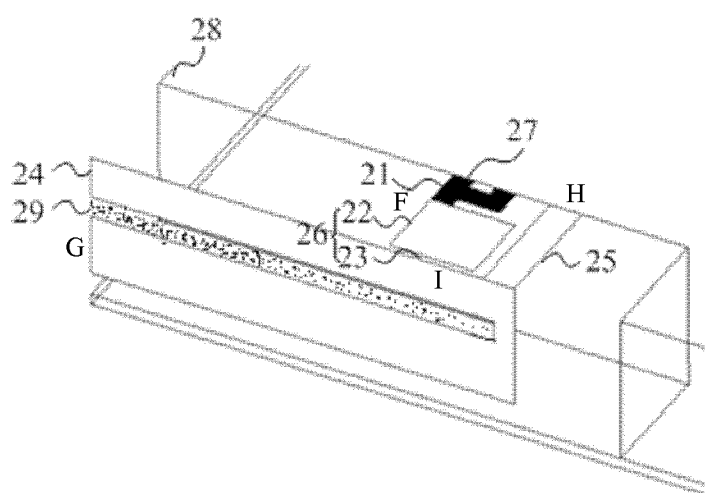


图 12C

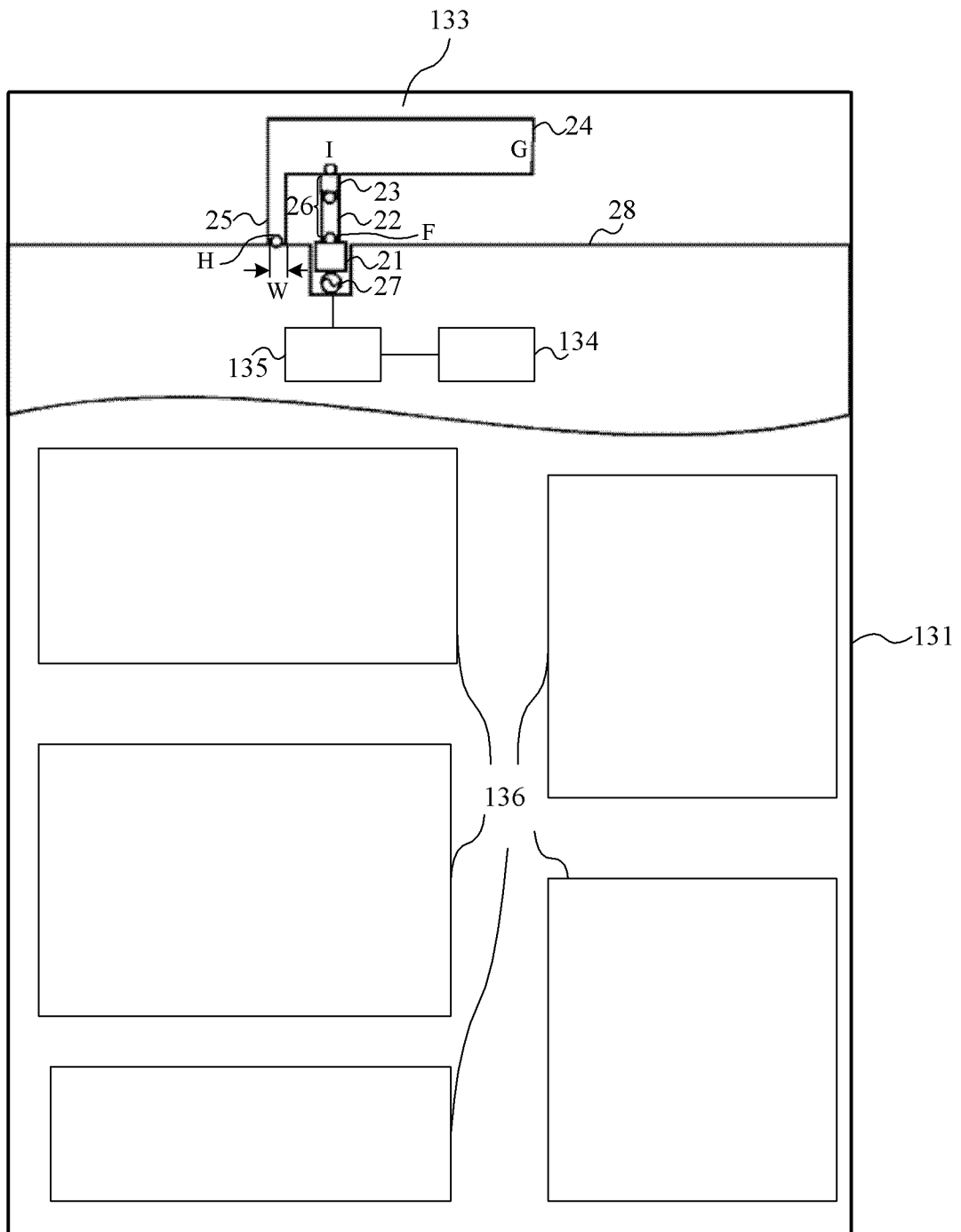


图 13

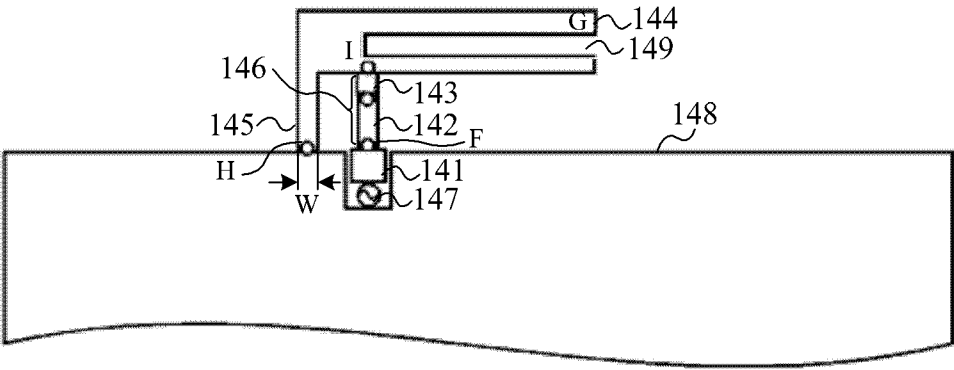


图 14

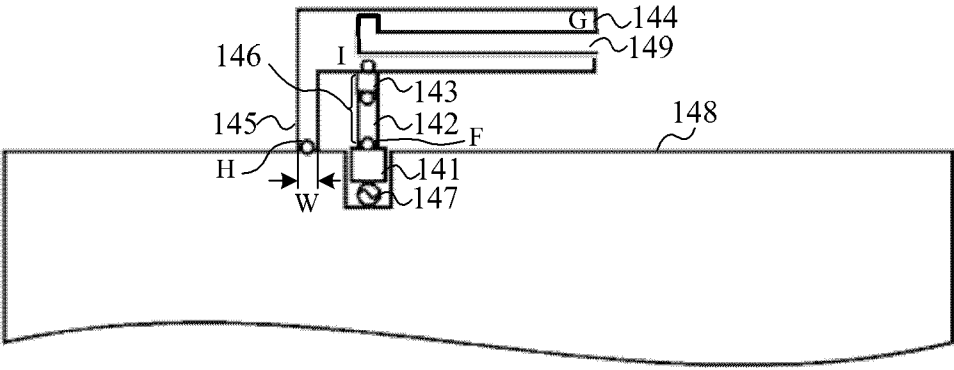


图 15

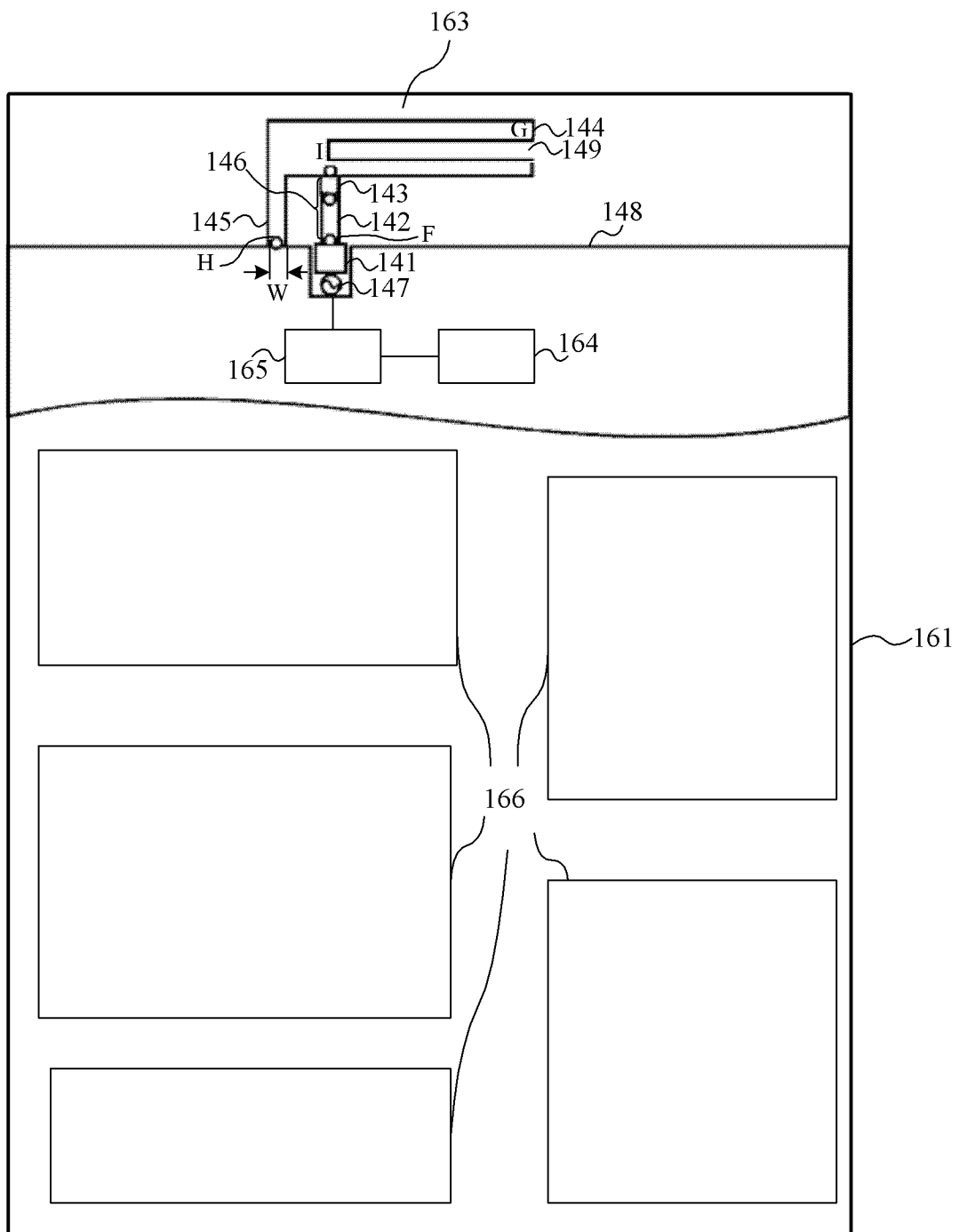


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/072782

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 5/10 (2015.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CATXT; USTXT; GBTXT; EPTXT; CNTXT; CNABS; WOTXT; SGTXT; CNKI: monopole antenna, third frequency, third resonant frequency, branch, gap, third operating frequency, triple band, multi band antenna, match, antenna, pifa, ifa, inverted-F antenna, capacit+, fed, feed, coupl+, lot, notch, gps, ground, multi band, dual band, monopole

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102884679 A (PANASONIC CORPORATION), 16 January 2013 (16.01.2013), description, paragraphs 0065-0088, and figures 1, 2A and 2B	11-13, 15-18, 20
A	CN 102884679 A (PANASONIC CORPORATION), 16 January 2013 (16.01.2013), description, paragraphs 0065-0088, and figures 1, 2A and 2B	1-10, 14, 19
Y	CN 101582534 A (ACER INC.), 18 November 2009 (18.11.2009), description, page 5, penultimate paragraph, lines 1-2 from the bottom and page 5, last paragraph, bottom line to page 6, line 4, and figure 1	11-13, 15-18, 20
A	CN 101582534 A (ACER INC.), 18 November 2009 (18.11.2009), description, page 5, penultimate paragraph, lines 1-2 from the bottom and page 5, last paragraph, bottom line to page 6, line 4, and figure 1	1-10, 14, 19
A	TW 201104960 A (ACER INC.), 01 February 2011 (01.02.2011), the whole document	1-20
A	WO 2014059382 A1 (MICROSOFT CORP.), 17 April 2014 (17.04.2014), the whole document	1-20

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
20 October 2015 (20.10.2015)

Date of mailing of the international search report
17 November 2015 (17.11.2015)

Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer
FENG, Xuemin
Telephone No.: (86-10) **62411481**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/072782

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103682572 A (HTC CORPORATION), 26 March 2014 (26.03.2014), the whole document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/072782

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102884679 A	16 January 2013	WO 2012086182 A1	28 June 2012
		US 2012274517 A1	01 November 2012
		JP 5364848 B2	11 December 2013
		CN 102884679 B	19 August 2015
		EP 2658033 A4	15 January 2014
		EP 2658033 A1	30 October 2013
		US 8681053 B2	25 March 2014
CN 101582534 A	18 November 2009	None	
TW 201104960 A	01 February 2011	S 8207895 B2	26 June 2012
		US 2011018783 A1	27 January 2011
WO 2014059382 A1	17 April 2014	EP 2907195 A1	19 August 2015
		CN 104737367 A	24 June 2015
		GB 2509297 A	02 July 2014
		US 2015236417 A1	20 August 2015
		GB 201218286 D0	28 November 2012
CN 103682572 A	26 March 2014	TW 201409829 A	01 March 2014
		US 2014062815 A1	06 March 2014
		EP 2704253 A1	05 March 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/072782

A. 主题的分类

H01Q 5/10(2015.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H01Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CATXT;USTXT;GBTXT;EPTXT;CNTXT;CNABS;WOTXT;SGTXT;CNKI:单极天线, 第三个频率, 双频, 单极, 容性, 第三谐振频率, 分枝, 缝隙, 耦合, 第三操作频率, 电容, 三频, 分支, 倒F天线, 接地, 馈电, 多频天线, 第三频率, 匹配, 天线, 多频, 槽, pifa, ifa, inverted-F antenna, capacit+, fed, feed, coupl+, lot, notch, gps, ground, multiband, dual band, monopole

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 102884679 A (松下电器产业株式会社) 2013年 1月 16日 (2013 - 01 - 16) 说明书第0065-0088段; 图1, 2A, 2B	11-13, 15-18, 20
A	CN 102884679 A (松下电器产业株式会社) 2013年 1月 16日 (2013 - 01 - 16) 说明书第0065-0088段; 图1, 2A, 2B	1-10, 14, 19
Y	CN 101582534 A (宏碁股份有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第5页倒数第2段倒数第1-2行, 第5页倒数第1段倒数第1行—第6页第4行; 图1	11-13, 15-18, 20
A	CN 101582534 A (宏碁股份有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第5页倒数第2段倒数第1-2行, 第5页倒数第1段倒数第1行—第6页第4行; 图1	1-10, 14, 19
A	TW 201104960 A (ACER INC) 2011年 2月 1日 (2011 - 02 - 01) 全文	1-20
A	WO 2014059382 A1 (MICROSOFT CORP) 2014年 4月 17日 (2014 - 04 - 17) 全文	1-20

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2015年 10月 20日

国际检索报告邮寄日期

2015年 11月 17日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

受权官员

丰学民

电话号码 (86-10)62411481

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103682572 A (宏达国际电子股份有限公司) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/072782

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102884679	A	2013年 1月 16日	WO	2012086182	A1	2012年 6月 28日
				US	2012274517	A1	2012年 11月 1日
				JP	5364848	B2	2013年 12月 11日
				CN	102884679	B	2015年 8月 19日
				EP	2658033	A4	2014年 1月 15日
				EP	2658033	A1	2013年 10月 30日
				US	8681053	B2	2014年 3月 25日
CN	101582534	A	2009年 11月 18日	无			
TW	201104960	A	2011年 2月 1日	US	8207895	B2	2012年 6月 26日
				US	2011018783	A1	2011年 1月 27日
WO	2014059382	A1	2014年 4月 17日	EP	2907195	A1	2015年 8月 19日
				CN	104737367	A	2015年 6月 24日
				GB	2509297	A	2014年 7月 2日
				US	2015236417	A1	2015年 8月 20日
				GB	201218286	D0	2012年 11月 28日
CN	103682572	A	2014年 3月 26日	TW	201409829	A	2014年 3月 1日
				US	2014062815	A1	2014年 3月 6日
				EP	2704253	A1	2014年 3月 5日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)