

(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
2014 年 4 月 24 日 (24.04.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/059629 A1

(51) 国际专利分类号:
H01Q 1/38 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2012/083096

(22) 国际申请日: 2012 年 10 月 17 日 (17.10.2012)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华为终端有限公司 (HUAWEI DEVICE CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为基地 B 区 2 号楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 徐慧梁 (XU, Huiliang); 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: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (BEIJING ZBSD PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区大柳树路 17 号富海大厦 B 座 501 室, Beijing 100081 (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, 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: MULTIMODE WIDEBAND ANTENNA MODULE AND WIRELESS TERMINAL

(54) 发明名称: 多模宽带天线模块及无线终端

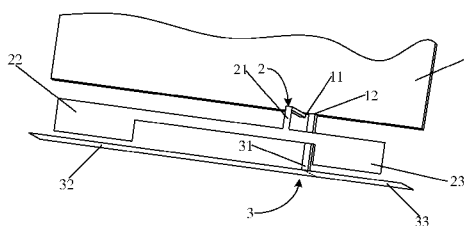


图 1 / FIG. 1

(57) Abstract: Disclosed are a multimode wideband antenna module and a wireless terminal, which relate to the field of radio communications. The multimode wideband antenna module can not only have a comparatively wide range of working bandwidth, but also can have a comparatively small size. The multimode wideband antenna module comprises a printed circuit board and an antenna body. The antenna body comprises: a first radiator and a second radiator which are electrically connected to the printed circuit board, wherein the first radiator comprises a connection part, a low-frequency part and a high-frequency part, and the second radiator comprises a grounding part, a low-frequency part and a high-frequency part. The low-frequency part of the first radiator is spaced away from the low-frequency part of the second radiator at a first predetermined distance, and the high-frequency part of the first radiator is spaced away from the high-frequency part of the second radiator at a second predetermined distance, so that a coupling capacitance effect is formed between the first radiator and the second radiator.

(57) 摘要: 本发明实施例公开了一种多模宽带天线模块及无线终端, 涉及无线电通讯领域, 该多模宽带天线模块不仅可以具有较大范围的工作带宽, 并且尺寸较小。所述多模宽带天线模块包括印刷电路板和天线本体, 所述天线本体包括: 电性连接所述印刷电路板的第一辐射体和第二辐射体, 其中, 所述第一辐射体包括连接部分、低频部分和高频部分, 所述第二辐射体包括接地部分、低频部分和高频部分, 所述第一辐射体的低频部分与所述第二辐射体的低频部分间隔第一预定距离, 所述第一辐射体的高频部分与所述第二辐射体的高频部分间隔第二预定距离, 以使得所述第一辐射体与所述第二辐射体之间形成耦合电容效应。

WO 2014/059629 A1

多模宽带天线模块及无线终端

技术领域

本发明涉及无线电通讯领域，尤其涉及一种多模宽带天线模块及无线终端。

背景技术

天线是无线电设备中用来发射或接收电磁波信号的装置。近年来，用于无线通信的移动终端天线的设计和性能，越来越影响移动通信的发展方向，其中，对无线终端如手机，掌上电脑(Personal Digital Assistance)，MP3/MP4的影响尤其大。天线设计的带宽特性对辐射特性有重要的影响。天线实现信号传播和能量辐射均基于频率的谐振。如果一个天线能在多个频率都能谐振，则该天线将可以在多个频率工作。另一方面，如果天线存在多个谐振频率，设计者和使用者可以根据自己的需要调节频率和带宽。如果该天线能够工作在多个频率下，则称该天线为多模宽带天线。

发明人在实现本发明的过程中发现，现有的最常用的天线是平面倒F型(Planar Inverted F Antenna，简称PIFA)天线，而PIFA天线的带宽工作带宽与PIFA天线的高度成正比。若需要拓宽PIFA天线的工作带宽使其成为多模宽带天线，则需要增大PIFA天线的高度，势必会影响到手机等无线终端的厚度，无法满足手机等无线终端的结构薄型化的需要。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于提供一种多模宽带天线模块和无线终端，该多模宽带天线模块不仅可以具有较大范围的工作带宽，并且尺寸较小。

本发明的第一方面提供了一种多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，其中，

所述第一辐射体包括连接部分、低频部分和高频部分，所述第一辐射体的低频部分与所述第一辐射体的高频部分连接，所述第一辐射体的连接部分的一端连接所述第一辐射体的低频信号和高频信号的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的信号馈电端；

所述第二辐射体包括接地部分、低频部分和高频部分，所述第二辐射体的低频部分与所述第二辐射体的高频部分连接，所述第二辐射体的接地部分的一端连接所述第二辐射体的低频信号和高频信号的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的第一接地端；

所述第一辐射体的低频部分与所述第二辐射体的低频部分间隔第一预定距离，所述第一辐射体的高频部分与所述第二辐射体的高频部分间隔第二预定距离，以使得所述第一辐射体与所述第二辐射体之间形成耦合电容效应。

在第一方面的第一种可能的实现方式中，所述第二辐射体的接地部分，通过电感电性连接至所述印刷电路板的第一接地端。

在第一方面的第二种可能的实现方式中，所述第一辐射体的连接部分为：平面板状结构或条形结构；所述第二辐射体的接地部分为，平面板状结构或条形结构。

在第一方面的第三种可能的实现方式中，所述第一辐射体的低频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的高频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

在第一方面的第四种可能的实现方式中，所述第一辐射体的低频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的高频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

在第一方面的第五种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分和所述第二辐射体的高频部分均为具有至少一处弯折的板状结构或条形结构，所述第二辐射体的低频部分围绕所述第一辐射体的低频部分；所述第二辐射体的高频部分围绕所述第一辐射体的高频部

分，所述第二辐射体的低频部分的电气长度大于所述第二辐射体的高频部分的电气长度。

在第一方面的第六种可能的实现方式中，所述第一辐射体的低频部分与高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第一辐射体的低频部分与高频部分共同构成平面 T 形板状结构或直条状结构。

在第一方面的第七种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分和高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第二辐射体的低频部分和高频部分分别为：从这两者连接处开始延伸一段距离并向所述第一辐射体方向弯折的条状结构或板状结构；

所述第二辐射体的低频部分的弯折形成的开口与所述第二辐射体的高频部分的弯折形成的开口相对。

在第一方面的第八种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分和高频部分至少有一部分与所述第一辐射体处于同一平面。

在第一方面的第九种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分上的、与所述第一辐射体位于同一平面的部分，与所述第二辐射体的低频部分的其他部分，呈 90 度夹角。

在第一方面的第十种可能的实现方式中，所述多模宽带天线模块还包括：

第三辐射体，所述第三辐射体为具有至少一处弯折的条状结构或直条结构，所述第三辐射体的一端连接所述印刷电路板的第二接地端。

在本发明第一方面的实施例的技术方案中，提供了一种多模宽带天线模块，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，该多模宽带天线模块的工作原理为第一辐射体与第二辐射体之间形成耦合电容效应，激发高次模，拓宽了该多模宽带天线模块的工作频率，并且该多模宽带天线模块的厚度较小，满足手机等无线终端的结构薄型化的需要。

本发明的第二方面提供了一种无线终端，包括多模宽带天线模

块和壳体，所述多模宽带天线模块设置于所述壳体内，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，其中，

所述第一辐射体包括连接部分、低频部分和高频部分，所述第一辐射体的低频部分与所述第一辐射体的高频部分连接，所述第一辐射体的连接部分的一端连接所述第一辐射体的低频信号和高频信号的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的信号馈电端；

所述第二辐射体包括接地部分、低频部分和高频部分，所述第二辐射体的低频部分与所述第二辐射体的高频部分连接，所述第二辐射体的接地部分的一端连接所述第二辐射体的低频信号和高频信号的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的第一接地端；

所述第一辐射体的低频部分与所述第二辐射体的低频部分间隔第一预定距离，所述第一辐射体的高频部分与所述第二辐射体的高频部分间隔第二预定距离，以使得所述第一辐射体与所述第二辐射体之间形成耦合电容效应。

在第二方面的第一种可能的实现方式中，所述第二辐射体的接地部分通过电感电性连接至所述印刷电路板的第一接地端。

在第二方面的第二种可能的实现方式中，所述第一辐射体的连接部分为：平面板状结构或条形结构；所述第二辐射体的接地部分为，平面板状结构或条形结构。

在第二方面的第三种可能的实现方式中，所述第一辐射体的低频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的高频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

在第二方面的第四种可能的实现方式中，所述第一辐射体的低频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的高频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

在第二方面的第五种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分和所述第二辐射体的高频部分均为具有至少一处弯折的板状结构

或条形结构，所述第二辐射体的低频部分围绕所述第一辐射体的低频部分；所述第二辐射体的高频部分围绕第一辐射体的高频部分，所述第二辐射体的低频部分的电气长度大于所述第二辐射体的高频部分的电气长度。

在第二方面的第六种可能的实现方式中，所述第一辐射体的低频部分与高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第一辐射体的低频部分与高频部分共同构成平面 T 形板状结构或直条状结构。

在第二方面的第七种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分和高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第二辐射体的低频部分和高频部分分别为：从这两者连接处开始延伸一段距离并向所述第一辐射体方向弯折的条状结构或板状结构；

所述第二辐射体的低频部分的弯折形成的开口与所述第二辐射体的高频部分的弯折形成的开口相对。

在第二方面的第八种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分和高频部分至少有一部分与所述第一辐射体处于同一平面。

在第二方面的第九种可能的实现方式中，所述第二辐射体的低频部分上的、与所述第一辐射体位于同一平面的部分，与所述第二辐射体的低频部分的其他部分，呈 90 度夹角。

在第二方面的第十种可能的实现方式中，第三辐射体，所述第三辐射体为弯折的条状结构或直条结构，所述第三辐射体的一端连接所述印刷电路板的第二接地端。

在本发明第二方面的实施例的技术方案中，提供了一种无线终端，该无线终端的壳体内设置有多模宽带天线模块，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，该多模宽带天线模块的工作原理为第一辐射体与第二辐射体之间形成耦合电容效应，激发高次模，拓宽了该多模宽带天线模块的工作频率，并且该多模宽带天线模块的厚度较小，满足手机等无线终端的结构薄型化的需要。

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，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅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 为本发明实施例中的多模宽带天线模块的结构示意图一；

图 2 为本发明实施例中的多模宽带天线模块的结构示意图二；

图 3 为本发明实施例中的第一种多模宽带天线模块的结构示意图一；

图 4 为本发明实施例中的第一种多模宽带天线模块的结构示意图二；

图 5 为本发明实施例中的第一种多模宽带天线模块的结构示意图三；

图 6 为本发明实施例中的第一种多模宽带天线模块的结构示意图四；

图 7 为本发明实施例中的第一种多模宽带天线模块的回波损耗仿真图；

图 8 为本发明实施例中的第二种多模宽带天线模块的结构示意图；

图 9 为本发明实施例中的第一种多模宽带天线模块与第二种多模宽带天线模块的回波损耗仿真比对图；

图 10 为本发明实施例中的第三种多模宽带天线模块结构示意图一；

图 11 为本发明实施例中的第三种多模宽带天线模块的结构示意图二；

图 12 为本发明实施例中的第三种多模宽带天线模块的结构示意图三；

图 13 为本发明实施例中的第三种多模宽带天线模块的回波损耗仿真图；

图 14 为本发明实施例中的第四种多模宽带天线模块的结构示意图一；

图 15 为本发明实施例中的第四种多模宽带天线模块的结构示意图二；

图 16 为本发明实施例中的第四种多模宽带天线模块的结构示意图三；

图 17 为本发明实施例中的第四种多模宽带天线模块的回波损耗仿真图；

图 18 为本发明实施例中的第五种多模宽带天线模块的结构示意图一；

图 19 为本发明实施例中的第五种多模宽带天线模块的结构示意图二；

图 20 为本发明实施例中的第五种多模宽带天线模块的结构示意图三；

图 21 为本发明实施例中的第五种多模宽带天线模块的机构示意图四；

图 22 为本发明实施例中的第三种多模宽带天线模块和第五种多模宽带天线模块的回波损耗仿真对比图。

图 23 为本发明实施例中的无线终端的结构示意图。

附图标记说明：

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| 1—印刷电路板； | 11—信号馈电端； | 12—第一接地端； |
| 13—第二接地端； | 2—第一辐射体； | 21—连接部分； |
| 22—第一辐射体的低频部分； | 23—第一辐射体的高频部分； | 3—第二辐射体； |
| 31—接地部分； | 32—第二辐射体的低频部分； | 33—第二辐射体的高频部分； |
| 4—电感； | 5—第三辐射体。 | |

具体实施方式

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，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做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。

实施例一

本发明实施例提供一种多模宽带天线模块，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板 1、第一辐射体 2 和第二辐射体 3，其中，

所述第一辐射体 2 包括连接部分 21、低频部分 22 和高频部分 23，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第一辐射体的高频部分 23 连接，所述第一辐射体的连接部分 21 的一端连接所述第一辐射体的低频信号 22 和高频信号 23 的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板 1 的信号馈电端 11；

所述第二辐射体 3 包括接地部分 31、低频部分 32 和高频部分 33，所述第二辐射体的低频部分 32 与所述第二辐射体的高频部分 33 连接，所述第二辐射体的接地部分 31 的一端连接所述第二辐射体的低频信号 32 和高频信号 33 的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板 1 的第一接地端 12。

如图 1 所示，第一辐射体 2 和第二辐射体 3，以及印制电路板 1，三

者共同组成所述多模宽带天线模块。无线终端的通讯信号通过该多模宽带天线模块进行发射和接收。

无线终端发射信号时，通讯信号经过设置在所述印刷电路板 1 上的射频电路和基带电路系统组成的通讯模块的处理，转变为高频电流，该高频电流通过印制电路板 1 上的信号馈电端 11 进入天线模块，之后以电磁波的形式辐射出去。

无线终端接收信号时，来自无线终端外部空间的电磁波信号经该多模宽带天线模块的接收转变成高频电流，通过印制电路板 1 上的信号馈电端 11 进入到设置于印刷电路板 1 上的通讯模块，该通讯模块主要由射频电路和基带电路组成，从而使得通讯可以正常进行。

需要说明的是，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第二辐射体的低频部分 32 间隔第一预定距离，所述第一辐射体的高频部分 23 与所述第二辐射体的高频部分 33 间隔第二预定距离，以使得所述第一辐射体与所述第二辐射体之间形成耦合电容效应，其中，所述第一预定距离与所述第二预定距离均需根据实际情况进行设计、调整，二者可相同也可不同。

现有技术中的天线模块通常仅包括印刷电路板 1 和第一辐射体 2。当天线模块仅包括印刷电路板 1 和第一辐射体 2 时，此时天线模块的工作频段由该天线模块的第一辐射体的高频部分 23、低频部分 22 和连接部分 21 的电气长度决定，具体地，该天线模块的高频部分 23 和连接部分 21 的电气长度之和为该天线模块的高频谐振波长的四分之一，类似的，该天线模块的低频部分 22 和连接部分 21 的电气长度之和为该天线模块的低频谐振波长的四分之一，此时，该天线模块只能工作在高频谐振波长的对应谐振频率以及低频谐振波长的对应谐振频率附近，显然，此时该多模宽带天线模块工作带宽较小。

具体地，如图 2 所示，第一辐射体的高频部分 23 的电气长度为 $a+b$ ，连接部分的电气长度为 $f+c$ ，则该第一辐射体 2 的高频谐振波长为 $4 * [(a+b) + (f+c)]$ ；类似的，第一辐射体的低频部分 22 的电气长度为 $d+e$ ，则该第一辐射体 2 的低频谐振波长为 $4 * [(d+e) + (f+c)]$ 。

而本发明实施例中的多模宽带天线模块除了包括印刷电路板 1 和第一辐射体 2，还包括第二辐射体 3，并且第一辐射体的低频部分 22 靠近所述第二辐射体的低频部分 32，第一辐射体的高频部分 23 靠近所述第三辐射体的高频部分 33。由于第二辐射体的低频部分 32 靠近所述第一辐射体的低频部分 22，故而当所述第一辐射体的低频部分 22 上有低频信号时，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第二辐射体的低频部分 32 形成耦合电容效应，激发出高次模，使得所述多模宽带天线模块的工作频段拓宽，工作频率范围扩大。

类似的，由于第二辐射体的高频部分 33 靠近所述第一辐射体的高频部分 23，故而当所述第一辐射体的高频部分 23 上有高频信号时，所述第一辐射体的高频部分 23 与第二辐射体的高频部分 33 形成耦合电容效应，激发出高次模，使得所述多模宽带天线模块的工作频段拓宽，工作频率范围扩大。

需要说明的是，由于该多模宽带天线模块的工作原理是依靠第一辐射体 2 和第二辐射体 3 之间的耦合电容作用拓宽天线模块的工作带宽，故而可根据无线终端的具体架构及其对厚度的要求来设计、调整所述多模宽带天线模块的厚度，但相关技术人员需要严格调整第一辐射体 2 和第二辐射体 3 的各部分之间的距离，以使得所述多模宽带天线模块可工作在满足多模条件的工作频率里。

通常，当无线终端对多模宽带天线模块的厚度有较为严格要求时，在满足该多模宽带天线模块的辐射指标的前提下，可将该多模宽带天线模块的整体厚度控制在 4 至 5 毫米左右，使得设置有该多模宽带天线模块的无线终端可降低厚度，最终使得该无线终端的厚度不足 1 厘米，符合无线终端轻薄化的趋势。

进一步的，由于该多模宽带天线模块仅通过调整第一辐射体 2、第二辐射体 3 的长度、或第一辐射体 2 和第二辐射体 3 之间的间隔，即可对其的工作频段进行调整，故而，该多模宽带天线模块的第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的厚度可任意设置，则可将第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的厚度尽可能减小，以减少制作过程中对第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的材料的

使用量；类似的，第一辐射体 2 与第二辐射体 3 的宽度也可任意设置，更进一步地减少了对第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的材料的使用量。

当用户在使用手机等无线终端通话时，由于用户的脑部靠近无线终端的天线模块，将降低无线终端的发射和接收性能，无线终端整机辐射的发射和接收性能都会降低。在研发无线终端的过程中，研发相关的技术人员定量测量人脑对无线终端的发射和接收性能的影响，对无线终端进行优化设计，降低无线终端的发射和接收性能受到人脑的影响程度，即减少人体和天线模块的电磁耦合。

另外，当用户在使用手机等无线终端时，会经常变换持无线终端的手，用户使用左手拿着无线终端时，左手对无线终端的发射和接收性能的影响可能与用右手拿着无线终端时右手对无线终端的发射和接收性能的影响不一样。当无线终端的发射和接收性能受到较大的影响时，可能会降低无线终端的通讯能力，降低了用户对该无线终端的使用体验。

在本发明实施例中，可将信号馈电端设置在印刷电路板的边缘的中间位置，使得用户无论是用左手还是右手持该无线终端，该无线终端的收发信号的能力都不会受到太大的影响，用户的使用体验较好，即无线终端具有较好的头手模效应。

通常的，本发明实施例中所提供的多模宽带天线模块所占的净空区域为：长 60 毫米，宽 10 毫米，高 5 毫米。其中，该净空区域的长与印刷电路板 1 设置有该多模宽带天线模块的边长相等，该印刷电路板 1 另一边长为 100 毫米左右。

在本发明实施例的技术方案中，提供了一种多模宽带天线模块，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，该多模宽带天线模块的工作原理为第一辐射体与第二辐射体之间形成耦合电容效应，激发高次模，拓宽了该多模宽带天线模块的工作频率，并且该多模宽带天线模块的厚度较小，满足手机等无线终端的结构薄型化的需要。

实施例二

本发明实施例提供了一种多模宽带天线模块，如图 1 所示，

所述多模宽带天线模块包括印刷电路板 1、第一辐射体 2 和第二辐射体 3，其中，

所述第一辐射体 2 包括连接部分 21、低频部分 22 和高频部分 23，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第一辐射体的高频部分 23 连接，所述第一辐射体的连接部分 21 的一端连接所述第一辐射体的低频信号 22 和高频信号 23 的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板 1 的信号馈电端 11；

所述第二辐射体 3 包括接地部分 31、低频部分 32 和高频部分 33，所述第二辐射体的低频部分 32 与所述第二辐射体的高频部分 33 连接，所述第二辐射体的接地部分 31 的一端连接所述第二辐射体的低频信号 32 和高频信号 33 的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板 1 的第一接地端 12。

如图 1 所示，第一辐射体 2 和第二辐射体 3，以及印制电路板 1，三者共同组成所述多模宽带天线模块。无线终端的通讯信号通过该多模宽带天线模块进行发射和接收。

无线终端发射信号时，通讯信号经过设置在所述印刷电路板 1 上的射频电路和基带电路系统组成的通讯模块的处理，转变为高频电流，该高频电流通过印制电路板 1 上的信号馈电端 11 进入天线模块，之后以电磁波的形式辐射出去。

无线终端接收信号时，来自无线终端外部空间的电磁波信号经该多模宽带天线模块的接收转变成高频电流，通过印制电路板 1 上的信号馈电端 11 进入到设置于印刷电路板 1 上的通讯模块，该通讯模块主要由射频电路和基带电路组成，从而使得通讯可以正常进行。

需要说明的是，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第二辐射体的低频部分 32 间隔第一预定距离，所述第一辐射体的高频部分 23 与所述第二辐射体的高频部分 33 间隔第二预定距离，以使得所述第一辐射体与所述第二辐射体之间形成耦合电容效应，其中，所述第一预定距离与所述第二预定距离均需根据实际情况进行设计、调整，二者可相同也可不同。

由于该多模宽带天线模块的拓宽工作频段的工作原理是在保证第一辐射体 2 的电气长度的基础上, 依靠第一辐射体 2 和第二辐射体 3 之间的耦合电容作用拓宽天线模块的工作带宽, 故而可根据无线终端的具体架构及其对厚度的要求来设计、调整所述多模宽带天线模块的厚度, 但相关技术人员需要严格调整第一辐射体 2 和第二辐射体 3 的各部分之间的距离, 以使得所述多模宽带天线模块可工作在满足多模条件的工作频率里。

通常, 当无线终端对多模宽带天线模块的厚度有较为严格要求时, 在满足该多模宽带天线模块的辐射指标的前提下, 可将该多模宽带天线模块的整体厚度控制在 4 至 5 毫米左右, 使得设置有该多模宽带天线模块的无线终端可降低厚度, 最终使得该无线终端的厚度不足 1 厘米, 符合无线终端轻薄化的趋势。

本发明实施例还进一步提供了上述多模宽带天线模块的多种具体实现形式, 如下:

如图 3 所示, 为所述多模宽带天线模块的第一种具体结构, 所述第一种多模宽带天线模块的具体结构为:

所述第一辐射体的低频部分 22 为具有至少一处弯折的条状结构, 所述第一辐射体的高频部分 23 呈平板状结构, 所述第一辐射体的低频部分 22 的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分 23 的电气长度。

所述第二辐射体的低频部分 32 和所述第二辐射体的高频部分 33 为具有至少一处弯折的板状结构, 所述第二辐射体的低频部分 32 围绕所述第一辐射体的低频部分 22; 所述第二辐射体的高频部分 33 围绕第一辐射体的高频部分 23, 所述第二辐射体的低频部分 32 的电气长度大于所述第二辐射体的高频部分 33 的电气长度。

当天线模块仅包括印刷电路板 1 和第一辐射体 2 时, 此时天线模块的工作频段由该天线模块的第一辐射体的高频部分 23、低频部分 22 和连接部分 21 的电气长度决定, 具体地, 该天线模块的高频部分 23 和连接部分 21 的电气长度之和为该天线模块的高频谐振波长的四分之一, 类似的, 该天线模块的低频部分 22 和连接部分 21 的电气长度之和为该天线模块的

低频谐振波长的四分之一，此时，该天线模块只能工作在高频谐振波长的对应谐振频率以及低频谐振波长的对应谐振频率附近，显然，此时该多模宽带天线模块工作带宽较小。

具体地，如图 4 所示，第一辐射体的高频部分 22 的电气长度为 $n+o$ ，连接部分 21 的电气长度为 $g+h$ ，则该第一辐射体 2 的高频谐振波长为 $4 * [(n+o) + (g+h)]$ ；类似的，第一辐射体的低频部分 22 的电气长度为 $i+j+k+l+m$ ，则该第一辐射体 2 的低频谐振波长为 $4 * [(i+j+k+l+m) + (g+h)]$ 。

而本发明实施例中的多模宽带天线模块除了包括印刷电路板 1 和第一辐射体 2，还包括第二辐射体 3，并且第一辐射体的低频部分 22 靠近所述第二辐射体的低频部分 32，第一辐射体的高频部分 23 靠近所述第三辐射体的高频部分 33。由于第二辐射体的低频部分 32 靠近所述第一辐射体的低频部分 22，故而当所述第一辐射体的低频部分 22 上有低频信号时，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第二辐射体的低频部分 32 形成耦合电容效应，激发出高次模，使得所述多模宽带天线模块的工作频段拓宽，工作频率范围扩大。

具体地，在第一种多模宽带天线模块的具体结构中，第一辐射体的低频部分 22 与第二辐射体的低频部分 32 之间的间隔为 e_1 ， e_1 大致为 0.5 毫米；第一辐射体的高频部分 23 与第二辐射体的低频部分 33 之间的间隔为 e_2 ， e_2 大致为 3 毫米。

当终端尺寸要求较小时，可通过将天线的某一部分设置多处弯折，在保证该天线的尺寸较小的前提下保持天线的总的电气长度，进一步保持天线的谐振波长。

进一步的，所述第一种多模宽带天线模块的第二辐射体 3 也可具有至少一处弯折的条状结构，如图 5 所示。

类似的，在第二辐射体 3 的形状、长度、位置等不变的情况下，可将第一辐射体 2 的低频部分 22 和第一辐射体的高频部分 23 的结构、形状任意设置，但任意设置的前提为：保持第一辐射体的低频部分 22 的长度为第一辐射体的高频部分 23 的长度的两倍；保证第

一辐射体 2 与第二辐射体 3 之间的耦合电容效应的效果不变。例如，将第一辐射体的低频部分 22 与高频部分 23 的形状互换，即所述第一辐射体的低频部分 22 为平板状结构，所述第一辐射体的高频部分 23 为具有至少一处弯折的条状结构，如图 6 所示。

需要说明的是，在本发明实施例中，为了使得多模宽带天线模块的工作频段能够满足设计者的需要，需保证第一种多模宽带天线模块的第一辐射体的低频部分 22 的长度大概为第一辐射体的高频部分长度 23 的两倍。

进一步的，如图 7 所示，该第一种多模宽带天线模块的低频工作频率（回波损耗低于 -6dB（分贝））最低可达到 824MHz（兆赫兹）左右，低频工作带宽为 824MHz 至接近 1200MHz。该多模宽带天线模块的高频工作频率（回波损耗低于 -6dB（分贝））最高可达到 2500MHz 以上，高频工作带宽为 1600MHz 左右至 2500MHz 以上。

众所周知，现阶段商业常用的频段包括全球移动通讯系统（Global System of Mobile communication，简称 GSM），GSM850（824 MHz ~ 894MHz），GSM900（880 MHz ~ 960MHz），全球定位系统（Global Positioning System，简称 GPS）（1575MHz），数字视频广播（Digital Video Broadcasting，简称 DVB）-H（1670 MHz ~ 1675MHz），数据通信子系统（Data Communication Subsystem，简称 DCS）（1710 MHz ~ 1880MHz），个人通讯服务（Personal Communications Service，简称 PCS），通用移动通信系统（Universal Mobile Telecommunications System，简称 UMTS）或第三代移动通信技术（3rd-generation，简称 3G）（1920 MHz ~ 2175MHz），蓝牙或无线局域网（Wireless Local Area Networks，简称 WLAN）802.11b/g（2400 MHz ~ 2484MHz）等共计八个频段，由此可见，本发明实施例所提出的多模宽带天线模块的工作频段可完全覆盖上述八个频段，本发明实施例的多模宽带天线模块能满足绝大多数无线终端业务对工作频段的需求。

另外，长期演进（Long Term Evolution，简称 LTE）项目为目前热门的一个工作频段，LTE 的研究，包含了一些普遍认为很重要的部分，如等待时间的减少、更高的用户数据速率、系统容量和覆盖的改善以及运营成

本的降低。LTE 的工作频段为 698MHz~960MHz，以及 1710MHz~2700MHz。

需要说明的是，虽然由图 7 中可看出，该多模宽带天线模块的工作频段的低频未能覆盖至 698MHz，但该图为该多模宽带天线模块的回波损耗的仿真图，由于该多模宽带天线模块设置于手机等无线终端的壳体内，在该壳体的作用下，该多模宽带天线模块的工作频段可整体向低频段偏移，从而低频可以覆盖到 698MHz 的 LTE 的工作频段。具体地：

众所周知，对于电磁波而言，有：

$$v = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r}}, \text{ 其中, } v \text{ 表示电磁波在某一介质中的传播速率, } \epsilon_r \text{ 是壳}$$

体的介电常数, c_0 代表真空情况下的光速, 即电磁波的传播速率, 为一常量。

另外，对于电磁波而言，还有：

$$v = \lambda_\epsilon \cdot f_\epsilon, \text{ 其中, } \lambda_\epsilon \text{ 为多模宽带天线模块的谐振的电磁波的波长,}$$

f_ϵ 为多模宽带天线模块的谐振的电磁波的频率，则根据上述两式，有：

$$\lambda_\epsilon \cdot f_\epsilon = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r}}, \text{ 调整后, 得到 } \lambda_\epsilon \cdot f_\epsilon \cdot \sqrt{\epsilon_r} = c_0。$$

由于 c_0 是常量, λ_ϵ 为多模宽带天线模块的谐振的电磁波的波长, 与多模宽带天线模块的尺寸有直接关系, 所以, 一旦多模宽带天线模块的尺寸固定了, 多模宽带天线模块的 λ_ϵ 也就固定了, 故而 λ_ϵ 也为一常量。

进一步的, 无线终端外壳的 $\sqrt{\epsilon_r}$ 一般大于真空, 为了使得等号两边

相等, f_{ε} 必须减小, 即谐振频率往低频偏, 即多模宽带天线模块的整体的回波损耗曲线向左偏移。

所以该多模宽带天线模块的工作频段可以覆盖到 LTE 的工作频段。

需要说明的是, 该第一种多模宽带天线模块的第一辐射体的低频部分 22 与第二辐射体的低频部分 32 之间的间隔为 0.5 毫米左右, 第一辐射体的高频部分 23 与第二部分的高频部分 33 之间的间隔为 2-3 毫米左右。

如图 8 所示, 在图 3 所提供的第一种多模宽带天线模块的基础上, 该多模宽带天线模块的第二辐射体 3 还可通过电感 4 电性连接至所述第一接地端 12, 此为第二种多模宽带天线模块。

在所述第二辐射体 3 上设置电感 4, 可有效增大所述第二辐射体 3 的电气长度, 进而降低了第二辐射体 3 的低频谐振频率以及高频谐振频率。在第一种多模宽带天线模块与第二种多模宽带天线模块的尺寸相同的情况下, 如图 9 中的点画线所示, 设置有电感 4 的第二种多模宽带天线模块的最低工作频率低至 800MHz 以下, 同样最高工作频率也有所降低。这意味着当终端的尺寸要求较苛刻时, 在满足工作带宽要求的情况下, 可借助感值大小适宜的电感 4 进一步的缩小多模宽带天线模块的整体尺寸, 通常该电感 4 可设置在第二辐射体 3 的根部, 可起到减小多模宽带天线模块的尺寸的作用, 使得多模宽带天线模块更能够满足日益轻薄化的无线终端的需要。

本发明实施例还提供第三种多模宽带天线模块, 如图 10 或图 11 所示, 所述第三种多模宽带天线模块的具体结构为:

所述第一辐射体呈平板状的“T”型结构, 其低频部分 22 与高频部分 23 形状相同, 对称分布于这两者连接处的两侧。

同时, 所述第二辐射体的低频部分 32 与高频部分 33 形状相同, 对称分布于这两者连接处的两侧, 所述第二辐射体的低频部分 32 和高频部分 33 分别为: 从这两者连接处开始延伸一段距离并向所述第一辐射体 2 方向弯折的板状结构;

如图 11, 该第三种多模宽带天线模块的第一辐射体 2 的连接部分 21

的电气长度为 p ，如图 10 所示，第一辐射体的高频部分 23 的电气长度为 $r+s+t$ ，故而第一辐射体的高频谐振波长为 $4 * [(r+s+t) + p]$ ；由于第一辐射体的高频部分 23 与低频部分 22 为对称结构，故而第一辐射体的低频谐振波长为 $4 * [(r+s+t) + p]$ ，即第一辐射体的高频部分 23 与低频部分 22 的工作频段发生了重合，此时，该第三种多模宽带天线模块的工作频段范围较小。

故而，需要借助第二辐射体 3 与第一辐射体 2 之间的间隔产生的耦合电容效应拓宽该第二种多模宽带天线模块的工作频段。

此时，第一辐射体的低频部分 22 与第二辐射体的低频部分 32 之间的间隔 e_1 为 0.5 毫米左右，由于该结构为对称结构，故而，第一辐射体的高频部分 23 与第二辐射体的高频部分 33 之间的间隔 e_2 同样为 0.5 毫米左右。如图 13 所示，为该多模宽带天线模块的回波损耗仿真图，该多模宽带天线模块的低频工作频段（回波损耗低于 -6dB（分贝））大致为 800 至将近 1100MHz，高频工作频段（回波损耗低于 -6dB（分贝））大致为 1900MHz 至将近 2500MHz 之间。

具体地，所述第二辐射体的低频部分 32 的弯折形成的开口与所述第二辐射体的高频部分 33 的弯折形成的开口相对。并且，所述第二辐射体的低频部分 32 和高频部分 33 至少有一部分与所述第一辐射体 2 大致处于同一平面。

进一步的，出于制作方便、调试简单、结构美观等因素的考虑，所述第二辐射体的低频部分 32 上的、与所述第一辐射体 2 位于同一平面的部分，与所述第二辐射体的低频部分 32 的其他部分，大致呈 90 度夹角。

类似的，所述第二辐射体的低频部分 32 和高频部分 33 还可为条状结构，如图 12 所示。

进一步的，本发明实施例还提供了第四种多模宽带天线模块，该第四种多模宽带天线模块的第一辐射体的低频部分 22 和高频部分 23 共同呈直条状结构，其低频部分 22 与高频部分 23 形状相同，对称分布于这两者连接处的两侧。

同时, 所述第二辐射体的低频部分 32 与高频部分 33 形状相同, 对称分布于这两者连接处的两侧, 所述第二辐射体的低频部分 32 和 高频部分 33 分别为: 从这两者连接处开始延伸一段距离并向所述第一辐射体 2 方向弯折的板状结构;

如图 15 所示, 该第四种多模宽带天线模块的第一辐射体 2 的连接部分 21 的电气长度为 u , 第一辐射体的高频部分 23 的电气长度为 $v+w$, 故而第一辐射体的高频谐振波长为 $4 * [(v+w) + u]$; 由于第一辐射体的高频部分与低频部分为对称结构, 故而第一辐射体的低频谐振波长为 $4 * [(v+w) + u]$ 。

同样, 需要借助第二辐射体与第一辐射体之间的间隔产生的耦合电容效应拓宽该多模宽带天线模块的工作频段。

此时, 第一辐射体的低频部分 22 与第二辐射体的低频部分 32 之间的间隔 e_1 为 0.5 毫米左右, 由于该结构为对称结构, 故而, 第一辐射体的高频部分 23 与第二辐射体的高频部分 33 之间的间隔 e_2 同样为 0.5 毫米左右。如图 17 所示, 为该第四种多模宽带天线模块的回波损耗仿真图, 该多模宽带天线模块的低频工作频段 (回波损耗低于 -6dB (分贝)) 大致为 850MHz 至 1100MHz 左右之间, 高频工作频段 (回波损耗低于 -6dB (分贝)) 大致为 1700MHz 至 2300MHz 之间。

具体地, 所述第二辐射体的低频部分 32 的弯折形成的开口与所述第二辐射体的高频部分 33 的弯折形成的开口相对。并且, 所述第二辐射体的低频部分 32 和高频部分 33 至少有一部分与所述第一辐射体 2 大致处于同一平面。

进一步的, 出于制作方便、调试简单、结构美观等因素的考虑, 所述第二辐射体的低频部分 32 上的、与所述第一辐射体 2 位于同一平面的部分, 与所述第二辐射体的低频部分 32 的其他部分, 大致呈 90 度夹角。

类似的, 所述第二辐射体的低频部分 32 和高频部分 33 还可为条状结构, 如图 16 所示。

需要说明的是, 虽然由图 13 或图 17 中可看出, 第三种或第四种多模

宽带天线模块的工作频段的低频未能覆盖至 698MHz，但由于该多模宽带天线模块设置于手机等无线终端的壳体内，在该壳体的作用下，该多模宽带天线模块的工作频段可整体向低频段偏移，从而低频可以覆盖到 698MHz 的 LTE 的工作频段。则图 10 及图 14 的第三种和第四种多模宽带天线模块的工作频段可以覆盖到 LTE 的工作频段。

如图 18 或图 19 所示，还可在如图 10 或图 11 所示的多模宽带天线模块的所述印刷电路板 1 的第二接地端 13 处设置第三辐射体 5，此为第五种多模宽带天线模块，所述第三辐射体 5 可为具有至少一处弯折的条状结构，并且，所述第三辐射体 5 的一端连接所述印刷电路板 1 的第二接地端 13。

所述第三辐射体 5 用于进一步拓宽所述多模宽带天线模块的工作频段，第三辐射体 5 相当于一个单极天线，由其的电气长度来决定其谐振频率，即其工作频率，一般的，所述第三辐射体 5 的电气长度为其工作频率所对应的工作波长的四分之一。

在设计时，可将所述第三辐射体 5 的电气长度可为对应第一辐射体 2 和第三辐射体 5 无法工作频率的电气长度，由此，可起到进一步拓宽多模宽带天线模块的工作带宽的作用。由于电磁波的波长与频率成反比，而第三辐射体 5 的电气长度为其工作频率所对应的波长的四分之一，则，该第三辐射体 5 工作频率越小，其电气长度越大；该第三辐射体 5 工作频率越大，其电气长度越小。处于对无线终端的尺寸的小型化的考虑，通常仅将第三辐射体 5 用于拓宽高频段的带宽，此时第三辐射体 5 的电气长度较小。例如设定第三辐射体 5 的谐振频率为 2GHz 左右，则此时第三辐射体 5 的长度为 37.5 毫米左右。

采用具有多处弯折的结构可使得第三辐射体 5 在较小的设置区域内，拥有较大的长度，满足对其长度的需求。

另外，还可如图 20 或图 21 所示，当设置区域较大时，所述第三辐射体 5 可为直条结构。

通常，第三辐射体 5 甚至整个多模宽带天线模块是贴附在无线终端内设置有的天线支架上的，并且，第三辐射体 5 设置在远离多模宽带天线模

块的其他结构的地方，以防止各辐射体之间的信号干扰。若天线支架上预留的区域无法满足第三辐射体 5 的需求，可将第三辐射体 5 的另一端延伸至贴附在无线终端的绝缘的壳体上。

由于图 18、图 19 或图 20、图 21 中的第三辐射体 5 设置于靠近第一辐射体的高频部分 23，故而比对图 22 的第五种多模宽带天线模块的回波损耗曲线（点画线）和第三种多模宽带天线模块的回波损耗曲线（实线）可看出，第五种多模宽带天线模块的高频工作带宽比第三种多模宽带天线模块的高频工作带宽大，说明了第三辐射体 5 能够有效拓宽天线的工作带宽，使得图 18、图 19 或图 20、图 21 中的多模宽带天线模块更能够满足不同用户对天线模块的工作频段的使用需求。

需要说明的是，上述各种多模宽带天线模块的第一辐射体 2 的连接部分 21 可为平面板状结构或条形结构。由于该连接部分 21 起传导作用，故而，当该第一辐射体 2 的连接部分 21 为平面板状结构时，该平面板状结构的厚度可以任意设定，甚至可将该平面板状结构的厚度减小使之近似为平面；类似的，该条形结构的厚度和宽度也可任意设定，可将该条形结构的厚度和宽度缩小至该条形结构近似导线。

类似的，上述各种多模宽带天线模块的所述第二辐射体 3 的接地部分 31 也可可为平面板状结构或条形结构。由于该接地部分起传导作用，故而，当该第二辐射体 3 的接地部分 31 为平面板状结构时，该平面板状结构的厚度可以任意设定，甚至可将该平面板状结构的厚度缩小，使之近似为平面，类似的，该条形结构的厚度和宽度也可任意设定，可将该条形结构的厚度和宽度缩小至该条形结构近似导线。

当用户在使用手机等无线终端通话时，由于用户的脑部靠近无线终端的天线模块，将降低无线终端的发射和接收性能，无线终端整机辐射的发射和接收性能都会降低。在研发无线终端的过程中，研发相关的技术人员定量测量人脑对无线终端的发射和接收性能的影响，对无线终端进行优化设计，降低无线终端的发射和接收性能受到人脑的影响程度，即减少人体和天线模块的电磁耦合。

另外，当用户在使用手机等无线终端时，会经常变换持无线终端的手，

用户使用左手拿着无线终端时，左手对无线终端的发射和接收性能的影响可能与用右手拿着无线终端时右手对无线终端的发射和接收性能的影响不一样。当无线终端的发射和接收性能受到较大的影响时，可能会降低无线终端的通讯能力，降低了用户对该无线终端的使用体验。

在本发明实施例中，可将信号馈电端设置在印刷电路板的边缘的中间位置，使得用户无论是用左手还是右手持该无线终端，该无线终端的收发信号的能力都不会受到太大的影响，用户的使用体验较好，即无线终端具有较好的头手模效应。

进一步的，上述第三种多模宽带天线模块和第四种多模宽带天线模块的第一辐射体 2 或第二辐射体 3 均为对称结构，不仅降低了工艺要求，还进一步提升了无线终端的头手模效应。

通常的，本发明实施例中所提供的各种多模宽带天线模块所占的净空区域均为：长 60 毫米，宽 10 毫米，高 5 毫米。其中，该净空区域的长与印刷电路板 1 设置有该多模宽带天线模块的边长相等，该印刷电路板 1 另一边长为 100 毫米左右。

需要说明的是，上述第一种多模宽带天线模块、第三种多模宽带天线模块和第四种多模宽带天线模块的第一辐射体的低频部分 22 和高频部分 23 可根据实际需要自行设计、组合，类似的，上述第一种多模宽带天线模块、第三种多模宽带天线模块和第四种多模宽带天线模块的第二辐射体的低频部分 32 和高频部分 33 可根据实际需要自行设计、组合，也可根据实际需要选择是否需要设置第三辐射体 5。

实施例三

本发明实施例提供了一种无线终端，包括多模宽带天线模块和壳体，所述多模宽带天线模块设置于所述壳体内，如图 23 所示，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板 1、第一辐射体 2 和第二辐射体 3，其中，

所述第一辐射体 2 包括连接部分 21、低频部分 22 和高频部分 23，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第一辐射体的高频部分 23 连接，所述第一辐射体的连接部分 21 的一端连接所述第一辐射体的低

频信号 22 和 高频信号 23 的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板 1 的信号馈电端 11；

所述第二辐射体 3 包括接地部分 31、低频部分 32 和 高频部分 33，所述第二辐射体的低频部分 32 与 所述第二辐射体的高频部分 33 连接，所述第二辐射体的接地部分 31 的一端连接所述第二辐射体的低频信号 32 和 高频信号 33 的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板 1 的第一接地端 12。

如图 23 所示，第一辐射体 2 和第二辐射体 3，以及印制电路板 1，三者共同组成所述多模宽带天线模块。无线终端的通讯信号通过该多模宽带天线模块进行发射和接收。

无线终端发射信号时，通讯信号经过设置在所述印刷电路板 1 上的射频电路和基带电路系统组成的通讯模块的处理，转变为高频电流，该高频电流通过印制电路板 1 上的信号馈电端 11 进入天线模块，之后以电磁波的形式辐射出去。

无线终端接收信号时，来自无线终端外部空间的电磁波信号经该多模宽带天线模块的接收转变成高频电流，通过印制电路板 1 上的信号馈电端 11 进入到设置于印刷电路板 1 上的通讯模块，该通讯模块主要由射频电路和基带电路组成，从而使得通讯可以正常进行。

需要说明的是，所述第一辐射体的低频部分 22 与 所述第二辐射体的低频部分 32 间隔第一预定距离，所述第一辐射体的高频部分 23 与 所述第二辐射体的高频部分 33 间隔第二预定距离，以使得所述第一辐射体与 所述第二辐射体之间形成耦合电容效应，其中，所述第一预定距离与 所述第二预定距离均需根据实际情况进行设计、调整，二者可相同也可不同。

现有技术中的天线模块通常仅包括印刷电路板 1 和 第一辐射体 2。当天线模块仅包括印刷电路板 1 和 第一辐射体 2 时，此时天线模块的工作频段由该天线模块的第一辐射体的高频部分 23、低频部分 22 和 连接部分 21 的电气长度决定，具体地，该天线模块的高频部分 23 和 连接部分 21 的电气长度之和为该天线模块的高频谐振波长的四分之一，类似的，该天线模

块的低频部分 22 和连接部分 21 的电气长度之和为该天线模块的低频谐振波长的四分之一，此时，该天线模块只能工作在高频谐振波长的对应谐振频率以及低频谐振波长的对应谐振频率附近，显然，此时该多模宽带天线模块工作带宽较小。

具体地，如图 2 所示，第一辐射体的高频部分 23 的电气长度为 $a+b$ ，连接部分的电气长度为 $f+c$ ，则该第一辐射体 2 的高频谐振波长为 $4 * [(a+b) + (f+c)]$ ；类似的，第一辐射体的低频部分 22 的电气长度为 $d+e$ ，则该第一辐射体 2 的低频谐振波长为 $4 * [(d+e) + (f+c)]$ 。

而本发明实施例中的多模宽带天线模块除了包括印刷电路板 1 和第一辐射体 2，还包括第二辐射体 3，并且第一辐射体的低频部分 22 靠近所述第二辐射体的低频部分 32，第一辐射体的高频部分 23 靠近所述第三辐射体的高频部分 33。由于第二辐射体的低频部分 32 靠近所述第一辐射体的低频部分 22，故而当所述第一辐射体的低频部分 21 上有低频信号时，所述第一辐射体的低频部分 22 与所述第二辐射体的低频部分 32 形成耦合电容效应，激发出高次模，使得所述多模宽带天线模块的工作频段拓宽，工作频率范围扩大。

类似的，由于第二辐射体的高频部分 33 靠近所述第一辐射体的高频部分 23，故而当所述第一辐射体的高频部分 23 上有高频信号时，所述第一辐射体的高频部分 23 与第二辐射体的高频部分 33 形成耦合电容效应，激发出高次模，使得所述多模宽带天线模块的工作频段拓宽，工作频率范围扩大。

需要说明的是，由于该多模宽带天线模块的工作原理是依靠第一辐射体 2 和第二辐射体 3 之间的耦合电容作用拓宽天线模块的工作带宽，故而可根据无线终端的具体架构及其对厚度的要求来设计、调整所述多模宽带天线模块的厚度，但相关技术人员需要严格调整第一辐射体 2 和第二辐射体 3 的各部分之间的距离，以使得所述多模宽带天线模块可工作在满足多模条件的工作频率里。

通常，当无线终端对多模宽带天线模块的厚度有较为严格要求时，在满足该多模宽带天线模块的辐射指标的前提下，可将该多模宽带天线模块

的整体厚度控制在 4 至 5 毫米左右,使得设置有该多模宽带天线模块的无线终端可降低厚度,最终使得该无线终端的厚度不足 1 厘米,符合无线终端轻薄化的趋势。

进一步的,由于该多模宽带天线模块仅通过调整第一辐射体 2、第二辐射体 3 的长度、或第一辐射体 2 和第二辐射体 3 之间的间隔,即可对其的工作频段进行调整,故而,该多模宽带天线模块的第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的厚度可任意设置,则可将第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的厚度尽可能减小,以减少制作过程中对第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的材料的使用量;类似的,第一辐射体 2 与第二辐射体 3 的宽度也可任意设置,更进一步地减少了对第一辐射体 2 或第二辐射体 3 的材料的使用量。

当用户在使用手机等无线终端通话时,由于用户的脑部靠近无线终端的天线模块,将降低无线终端的发射和接收性能,无线终端整机辐射的发射和接收性能都会降低。在研发无线终端的过程中,研发相关的技术人员定量测量人脑对无线终端的发射和接收性能的影响,对无线终端进行优化设计,降低无线终端的发射和接收性能受到人脑的影响程度,即减少人体和天线模块的电磁耦合。

另外,当用户在使用手机等无线终端时,会经常变换持无线终端的手,用户使用左手拿着无线终端时,左手对无线终端的发射和接收性能的影响可能与用右手拿着无线终端时右手对无线终端的发射和接收性能的影响不一样。当无线终端的发射和接收性能受到较大的影响时,可能会降低无线终端的通讯能力,降低了用户对该无线终端的使用体验。

在本发明实施例中,可将信号馈电端设置在印刷电路板的边缘的中间位置,使得用户无论是用左手还是右手持该无线终端,该无线终端的收发信号的能力都不会受到太大的影响,用户的使用体验较好,即无线终端具有较好的头手模效应。

通常的,本发明实施例中所提供的多模宽带天线模块所占的净空区域为:长 60 毫米,宽 10 毫米,高 5 毫米。其中,该净空区域的长与印刷电路板 1 设置有该多模宽带天线模块的边长相等,该印刷电路板 1 另一边长为 100 毫米左右。

进一步的，所述无线终端内的多模宽带天线模块具有多种具体结构，具体参看实施例二中的描述，在此不再赘述。

在本发明实施例的技术方案中，提供了一种无线终端，该无线终端的壳体内设置有多模宽带天线模块，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，该多模宽带天线模块的工作原理为第一辐射体与第二辐射体之间形成耦合电容效应，激发高次模，拓宽了该多模宽带天线模块的工作频率，并且该多模宽带天线模块的厚度较小，满足手机等无线终端的结构薄型化的需要。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种多模宽带天线模块，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，其特征在于，

所述第一辐射体包括连接部分、低频部分和高频部分，所述第一辐射体的低频部分与所述第一辐射体的高频部分连接，所述第一辐射体的连接部分的一端连接所述第一辐射体的低频部分和高频部分的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的信号馈电端；

所述第二辐射体包括接地部分、低频部分和高频部分，所述第二辐射体的低频部分与所述第二辐射体的高频部分连接，所述第二辐射体的接地部分的一端连接所述第二辐射体的低频信号和高频信号的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的第一接地端；

所述第一辐射体的低频部分与所述第二辐射体的低频部分间隔第一预定距离，所述第一辐射体的高频部分与所述第二辐射体的高频部分间隔第二预定距离，以使得所述第一辐射体与所述第二辐射体之间形成耦合电容效应。

2、根据权利要求 1 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，

所述第二辐射体的接地部分，通过电感电性连接至所述印刷电路板的第一接地端。

3、如权利要求 1 或 2 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，所述第一辐射体的连接部分为：平面板状结构或条形结构；

所述第二辐射体的接地部分为，平面板状结构或条形结构。

4、根据权利要求 3 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，

所述第一辐射体的低频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的高频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

5、如权利要求 3 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，

所述第一辐射体的低频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的高频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

6、根据权利要求 3 至 5 任一项所述的多模宽带天线模块，其特征在于，

所述第二辐射体的低频部分和所述第二辐射体的高频部分均为具有至少一处弯折的板状结构或条形结构，所述第二辐射体的低频部分围绕所述第一辐射体的低频部分；所述第二辐射体的高频部分围绕所述第一辐射体的高频部分，所述第二辐射体的低频部分的电气长度大于所述第二辐射体的高频部分的电气长度。

7、根据权利要求 3 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，

所述第一辐射体的低频部分与高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第一辐射体的低频部分与高频部分共同构成平面 T 形板状结构或直条状结构。

8、根据权利要求 3 或 7 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，

所述第二辐射体的低频部分和高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第二辐射体的低频部分和高频部分分别为：从这两者连接处开始延伸一段距离并向所述第一辐射体方向弯折的条状结构或板状结构；

所述第二辐射体的低频部分的弯折形成的开口与所述第二辐射体的高频部分的弯折形成的开口相对。

9、根据权利要求 8 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，

所述第二辐射体的低频部分和高频部分至少有一部分与所述第一辐射体处于同一平面。

10、根据权利要求 9 所述的多模宽带天线模块，其特征在于，所述第二辐射体的低频部分上的、与所述第一辐射体位于同一平面的部分，与所述第二辐射体的低频部分的其他部分，呈 90 度夹角。

11、根据权利要求 1 至 10 任一项所述的多模宽带天线模块，其特征在于，所述多模宽带天线模块还包括：

第三辐射体，所述第三辐射体为具有至少一处弯折的条状结构或直条结构，所述第三辐射体的一端连接所述印刷电路板的第二接地端。

12、一种无线终端，包括多模宽带天线模块和壳体，所述多模宽带天线模块设置于所述壳体内，所述多模宽带天线模块包括印刷电路板、第一辐射体和第二辐射体，其特征在于，

所述第一辐射体包括连接部分、低频部分和高频部分，所述第一辐射体的低频部分与所述第一辐射体的高频部分连接，所述第一辐射体的连接部分的一端连接所述第一辐射体的低频信号和高频信号的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的信号馈电端；

所述第二辐射体包括接地部分、低频部分和高频部分，所述第二辐射体的低频部分与所述第二辐射体的高频部分连接，所述第二辐射体的接地部分的一端连接所述第二辐射体的低频信号和高频信号的连接处，另一端电性连接所述印刷电路板的第一接地端；

所述第一辐射体的低频部分与所述第二辐射体的低频部分间隔第一预定距离，所述第一辐射体的高频部分与所述第二辐射体的高频部分间隔第二预定距离，以使得所述第一辐射体与所述第二辐射体之间形成耦合电容效应。

13、根据权利要求 12 所述的无线终端，其特征在于，

所述第二辐射体的接地部分通过电感电性连接至所述印刷电路板的第一接地端。

14、根据权利要求 11 或 12 所述的无线终端，其特征在于，所述第一辐射体的连接部分为：平面板状结构或条形结构；

所述第二辐射体的接地部分为，平面板状结构或条形结构。

15、根据权利要求 14 所述的无线终端，其特征在于，

所述第一辐射体的低频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的高频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

16、根据权利要求 14 所述的无线终端，其特征在于，

所述第一辐射体的低频部分为平面板状结构，所述第一辐射体的高频部分为具有至少一处弯折的条状结构，所述第一辐射体的低频部分的电气长度大于所述第一辐射体的高频部分的电气长度。

17、根据权利要求 14-16 任一项所述的无线终端，其特征在于，所述第二辐射体的低频部分和所述第二辐射体的高频部分均为具有至少一处弯折的板状结构或条形结构，所述第二辐射体的低频部分围绕所述第一辐射体的低频部分；所述第二辐射体的高频部分围绕所述第一辐射体的高频部分，所述第二辐射体的低频部分的电气长度大于所述第二辐射体的高频部分的电气长度。

18、根据权利要求 14 所述的无线终端，其特征在于，所述第一辐射体的低频部分与高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第一辐射体的低频部分与高频部分共同构成平面 T 形板状结构或直条状结构。

19、根据权利要求 14 或 18 所述的无线终端，其特征在于，所述第二辐射体的低频部分和高频部分对称分布于这两者连接处的两侧，所述第二辐射体的低频部分和高频部分分别为：从这两者连接处开始延伸一段距离并向所述第一辐射体方向弯折的条状结构或板状结构；

所述第二辐射体的低频部分的弯折形成的开口与所述第二辐射体的高频部分的弯折形成的开口相对。

20、根据权利要求 19 所述的无线终端，其特征在于，所述第二辐射体的低频部分和高频部分至少有一部分与所述第一辐射体处于同一平面。

21、根据权利要求 20 所述的无线终端，其特征在于，所述第二辐射体的低频部分上的、与所述第一辐射体位于同一平面的部分，与所述第二辐射体的低频部分的其他部分，呈 90 度夹角。

22、根据权利要求 12-21 任一项所述的无线终端，其特征在于，所述多模宽带天线模块还包括：

第三辐射体，所述第三辐射体为弯折的条状结构或直条结构，所述第三辐射体的一端连接所述印刷电路板的第二接地端。

1/8

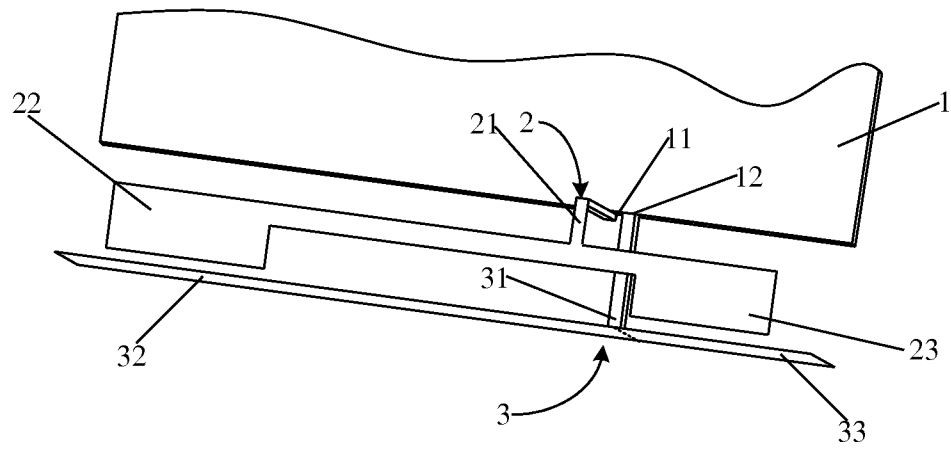


图 1

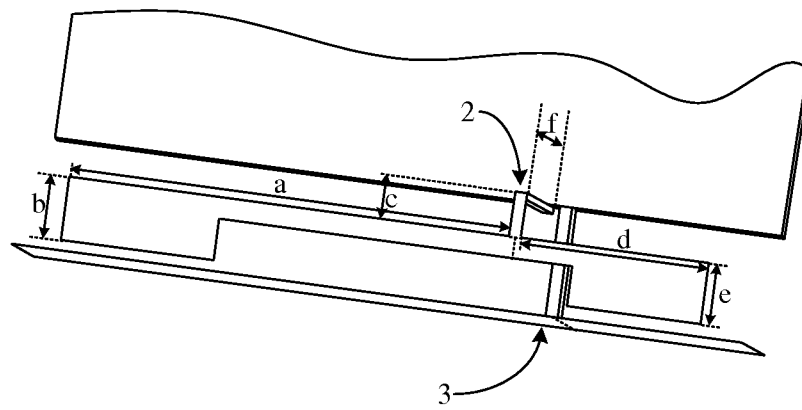


图 2

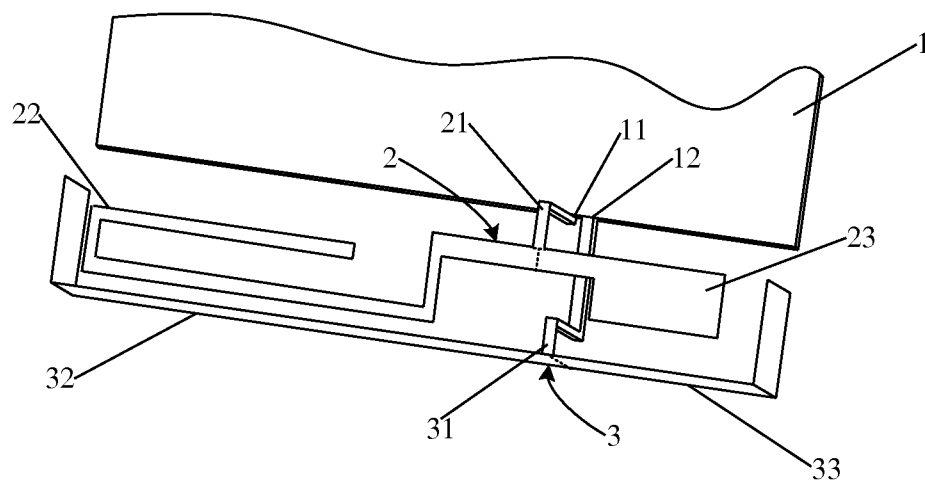


图 3

2/8

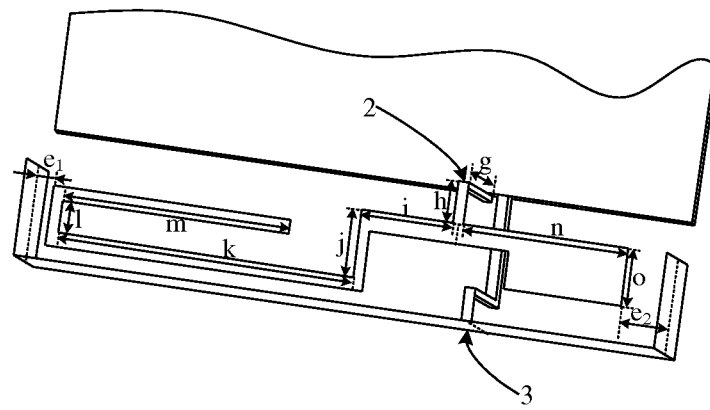


图 4

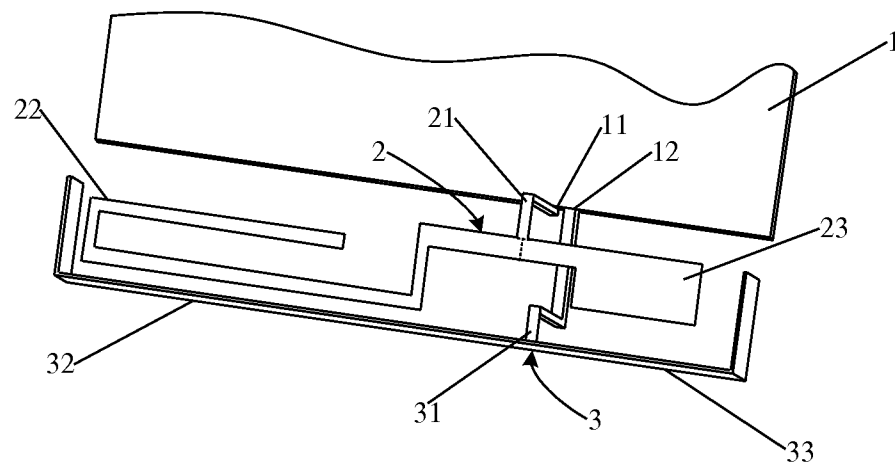


图 5

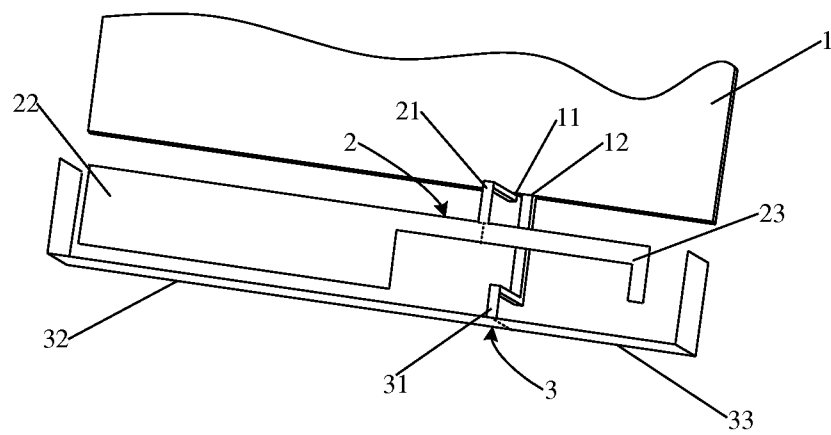


图 6

3/8

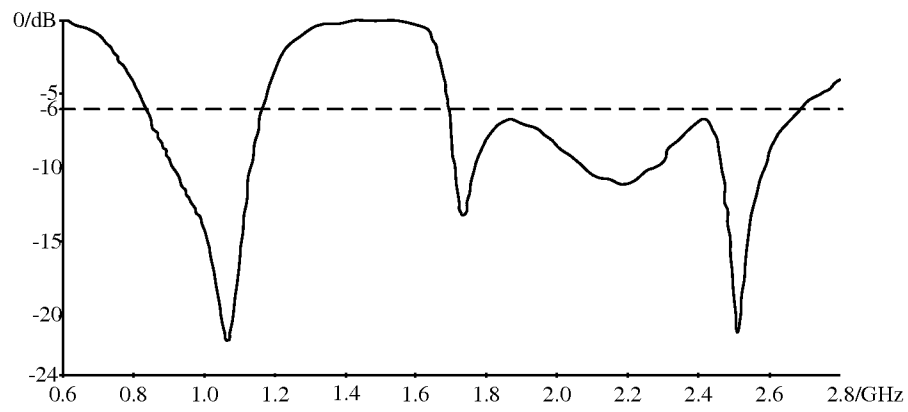


图 7

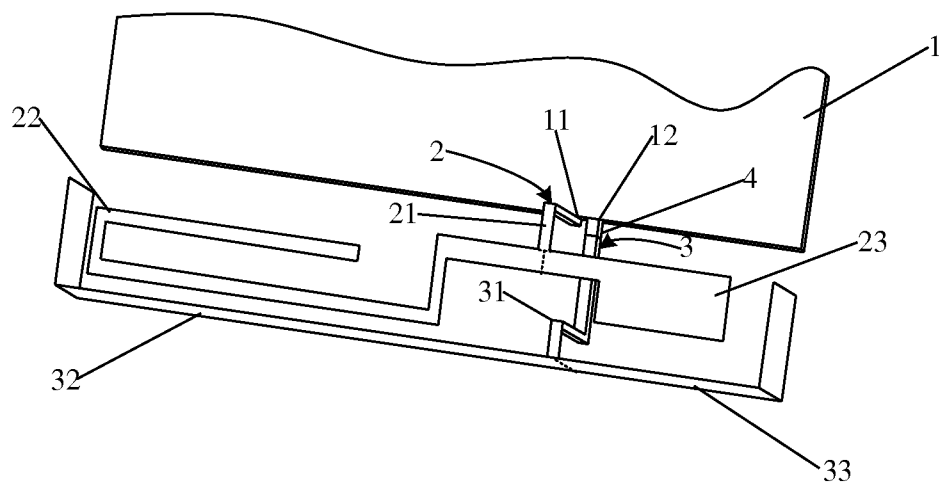


图 8

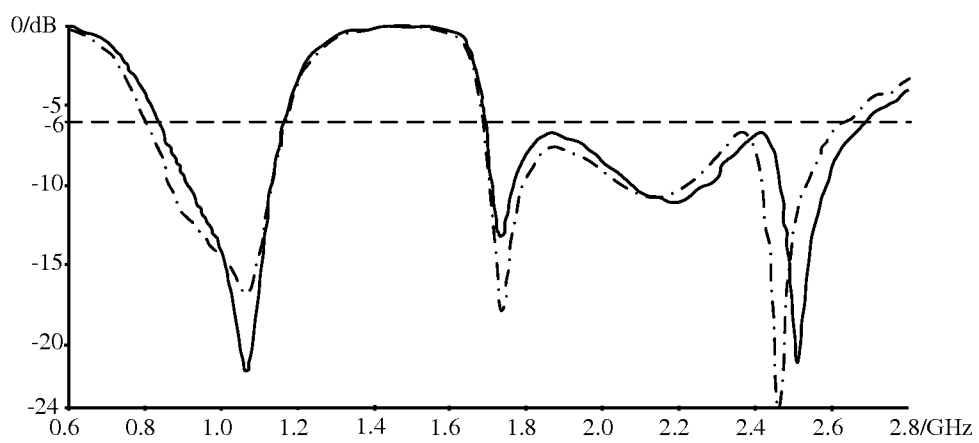


图 9

4/8

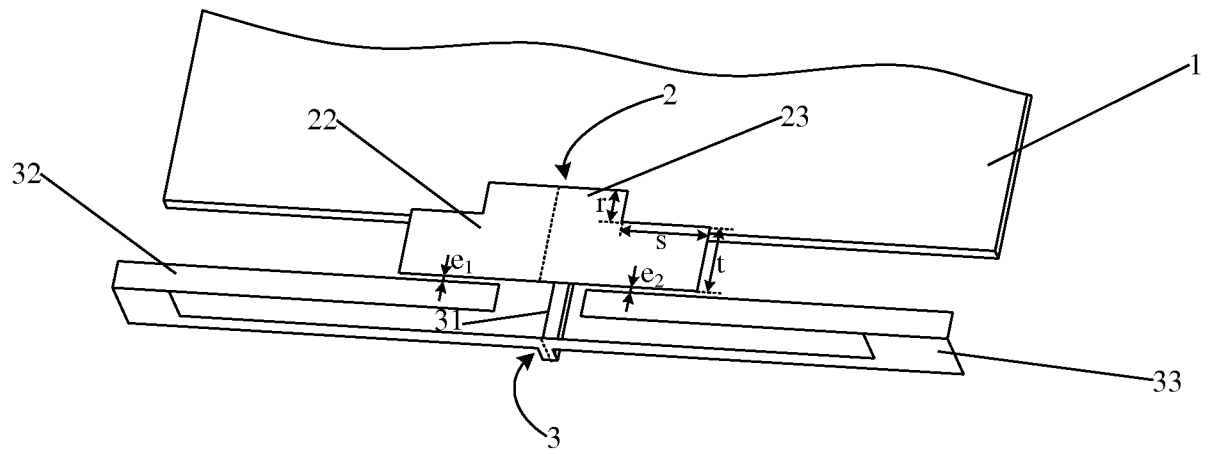


图 10

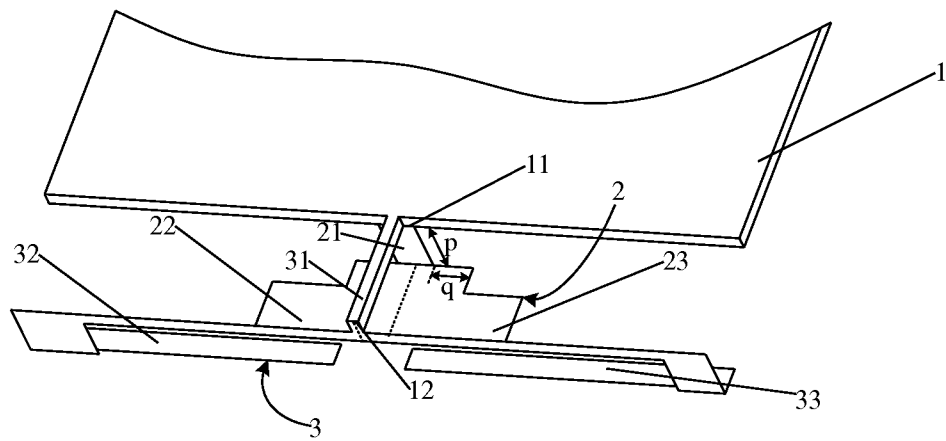


图 11

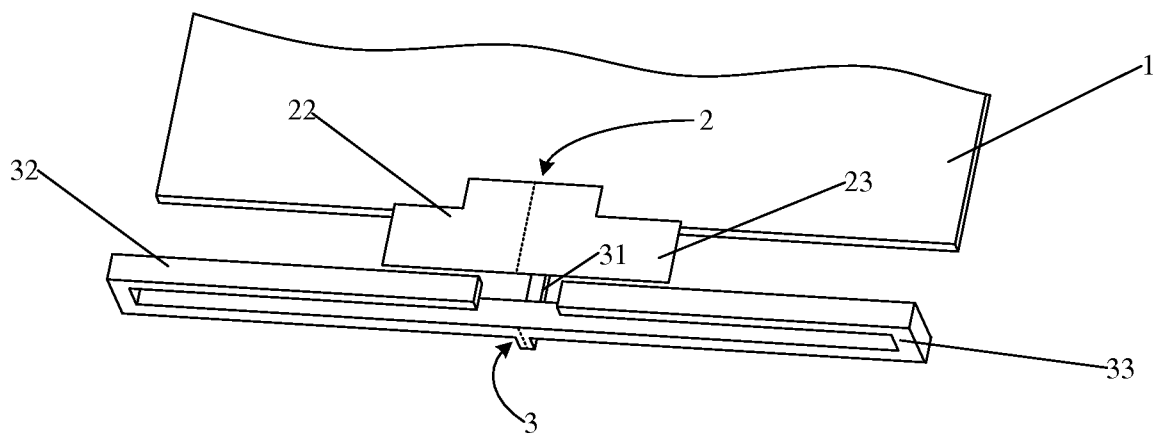


图 12

5/8

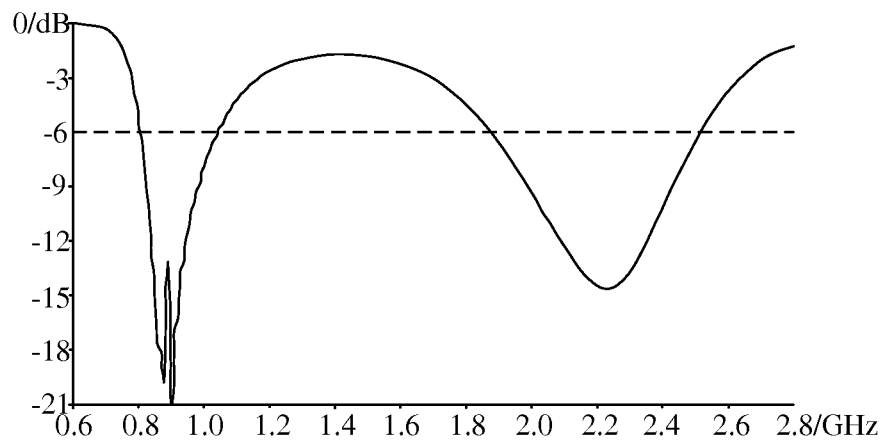


图 13

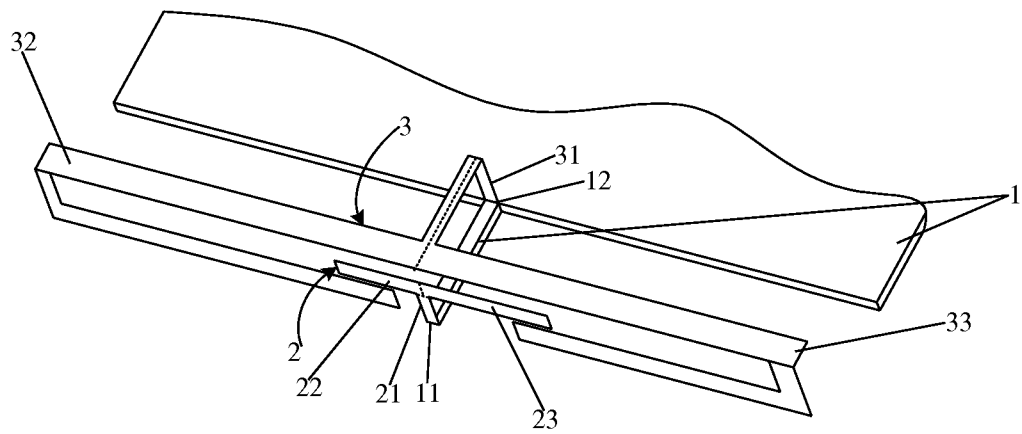


图 14

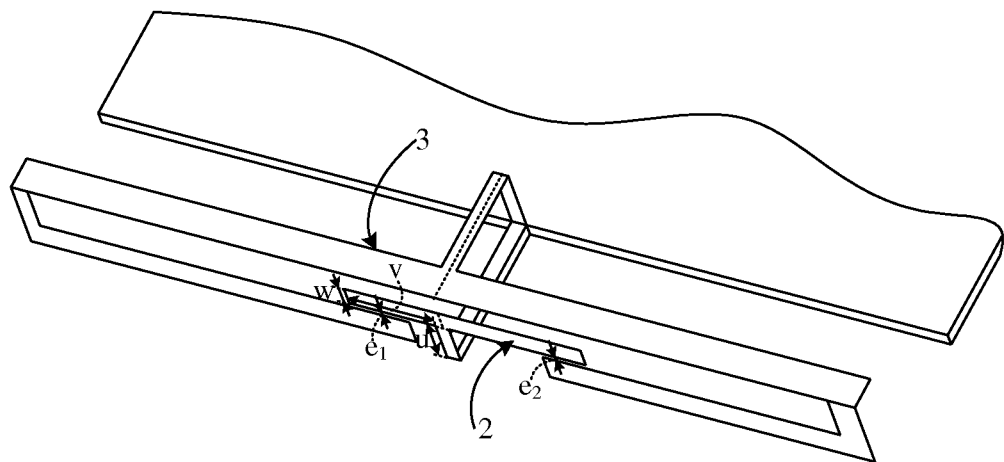


图 15

6/8

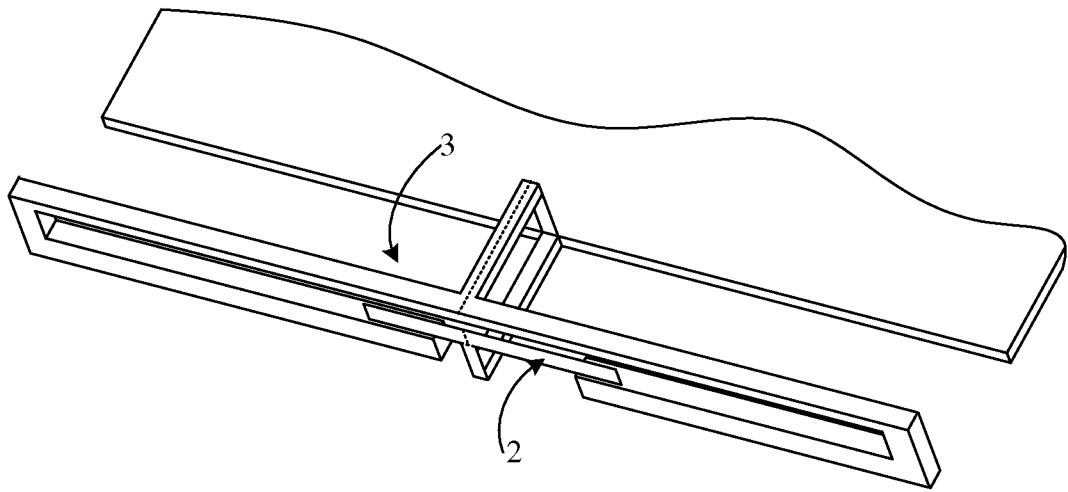


图 16

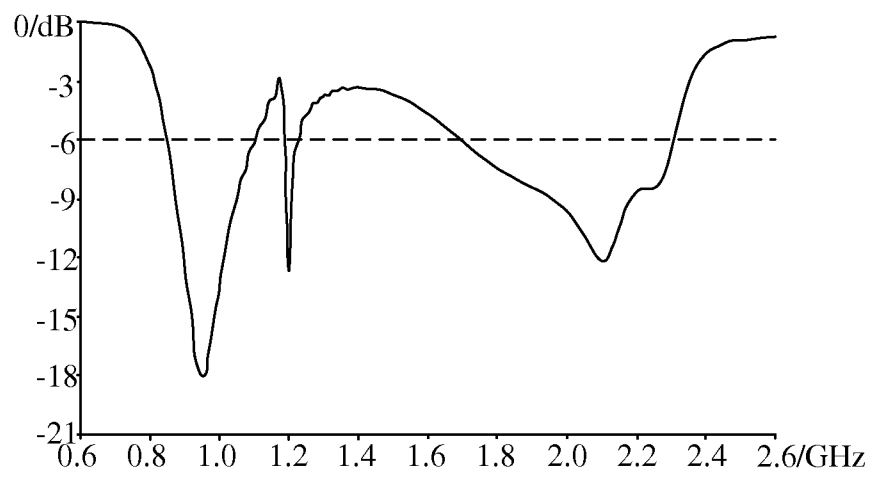


图 17

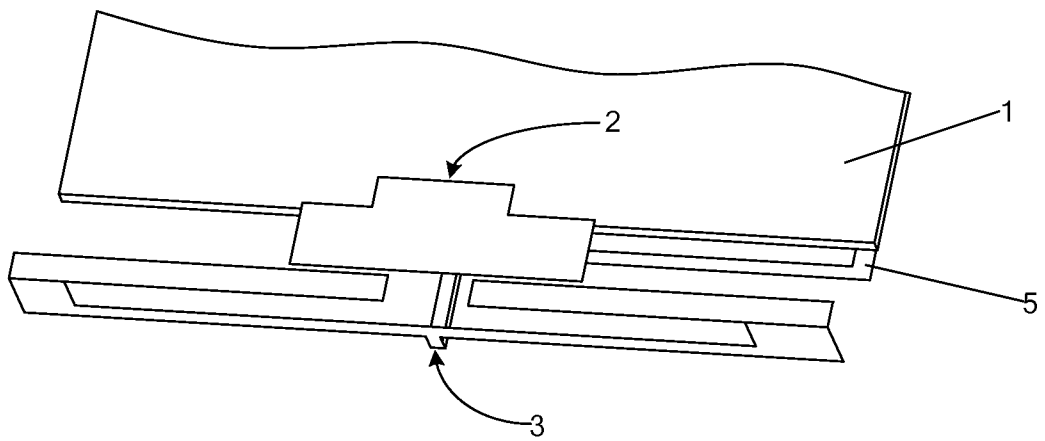


图 18

7/8

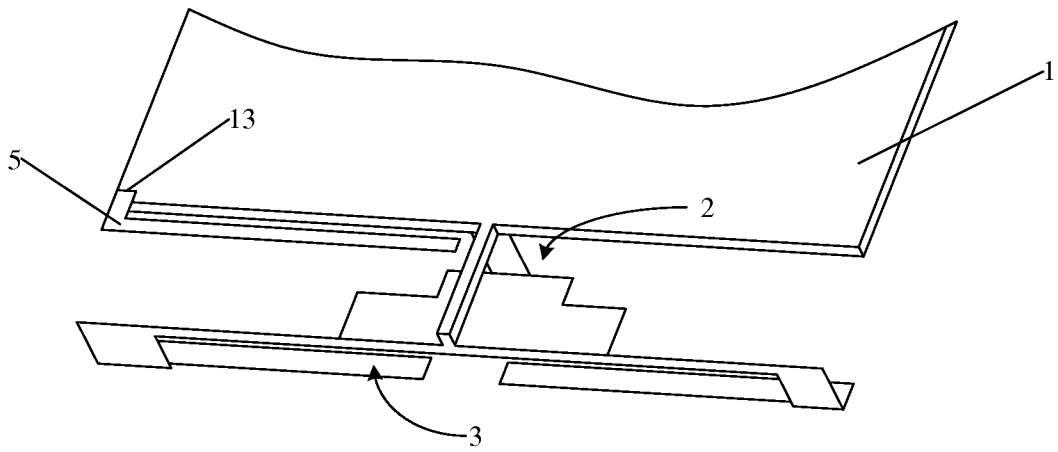


图 19

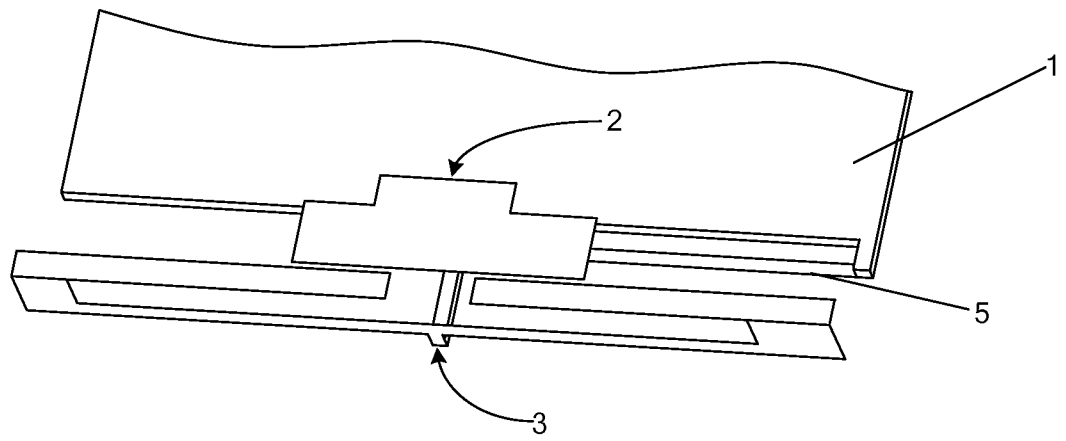


图 20

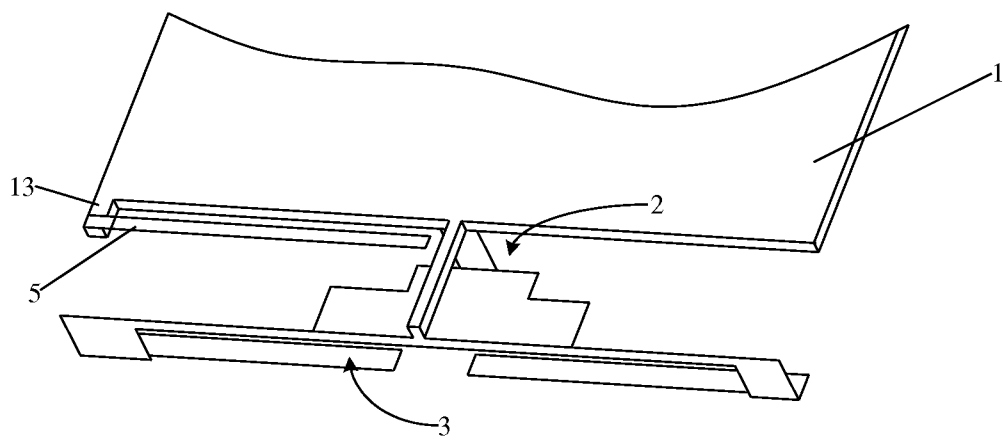


图 21

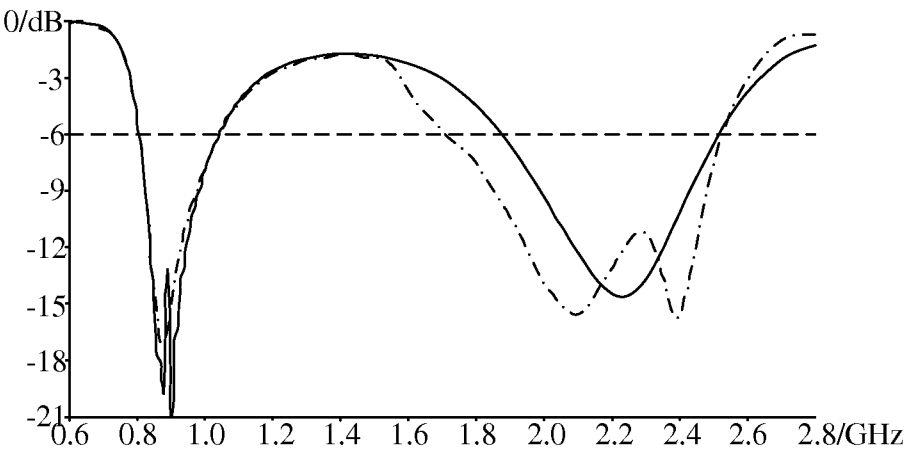


图 22

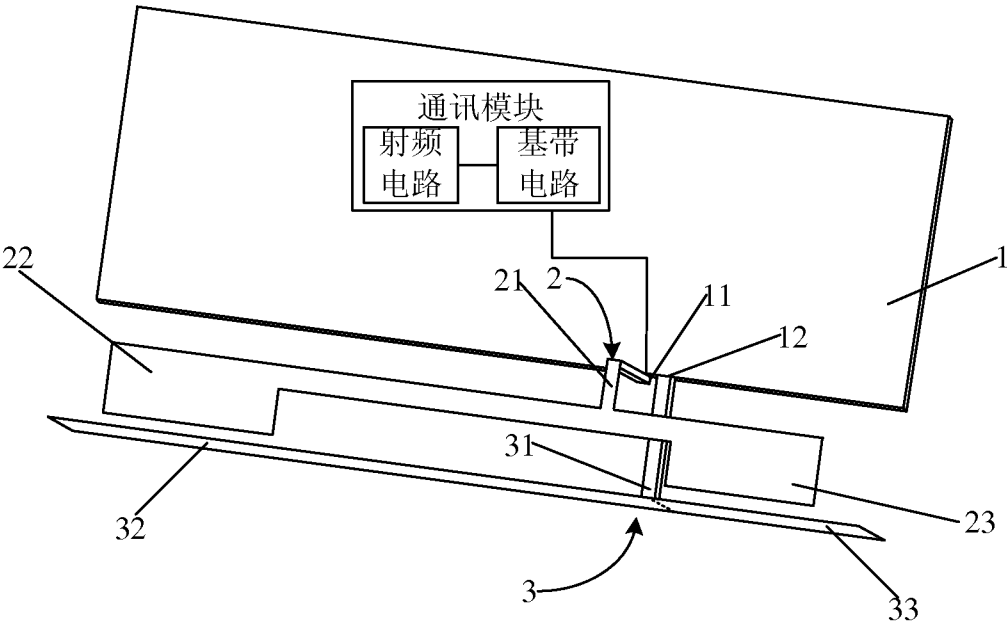


图 23

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/083096

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01Q 1/38 (2006.01) 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)

IPC: 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)

CNABS, CNTXT, VEN, TWTXT, CNKI: capacitive, coupling, second, two, multiple, power supply, inverted-F, multi-mode, wide frequency, multi-frequency, dual frequency, low frequency, high frequency, first frequency, second frequency, plate-type, cellular, ANTENNA, CAPACITOR, CAPACITANCE, PARASITIC, PATCH, SHEET, PLANAR, BAR, STRIP, TERMINAL, MOBILE, PORTABLE, HANDHOLD, CELL, PDA, GROUND, FEED, POWER, BEND, BENT, CURVE, FOLD

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102158245 A (HUIZHOU TCL MOBILE COMMUNICATION CO., LTD.), 17 August 2011 (17.08.2011), description, paragraphs [0020]-[0036], and figure 1	1-10, 12-21
Y		11, 22
Y	US 2012249393 A1 (HOTTA et al.), 04 October 2012 (04.10.2012), description, paragraphs [0057]-[0060], and figures 1, 37A and 37B	11, 22
X	CN 101174730 A (HONG FU JIN PRECISION INDUSTRY (SHENZHEN) CO., LTD.; HONHAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.), 07 May 2008 (07.05.2008), the whole document	1-22

☐ 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 01 July 2013 (01.07.2013)	Date of mailing of the international search report 18 July 2013 (18.07.2013)
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 JIANG, Shan Telephone No.: (86-10) 62089147

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2012/083096

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102158245 A	17.08.2011	None	
US 2012249393 A1	04.10.2012	JP 5092066 B2	05.12.2012
		JP 5060629 B1	31.10.2012
		JP 2012212960 A	01.11.2012
		JP 2012213231 A	01.11.2012
CN 101174730 A	07.05.2008	CN 101174730 B	22.06.2011
		US 2008106473 A1	08.05.2008
		US 7385556 B2	10.06.2008

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2012/083096

A. 主题的分类

H01Q 1/38 (2006.01) 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)

IPC: 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))

CNABS, CNTXT, VEN, TWTXT, CNKI: 天线, 电容, 容性, 耦合, 耦接, 寄生, 第二, 第 2, 两个, 2 个, 多个, 地, 馈电, 供电, 给电, 倒 F, 逆 F, 反 F, 多模, 宽频, 多频, 双频, 低频, 高频, 第一频, 第二频, 第 1 频, 第 2 频, 平面, 贴片, 补片, 片状, 板状, 弯, 折, 终端, 便携, 移动, 可携, 手持, 蜂窝, ANTENNA, CAPACITOR, CAPACITANCE, PARASITIC, PATCH, SHEET, PLANAR, BAR, STRIP, TERMINAL, MOBILE, PORTABLE, HANDHOLD, CELL, PDA, GROUND, FEED, POWER, BEND, BENT, CURVE, FOLD

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
X	CN102158245A (惠州 TCL 移动通信有限公司) 17.8 月 2011 (17.08.2011) 说明书第[0020]-[0036]段, 图 1	1-10, 12-21
Y		11, 22
Y	US2012249393A1 (Hotta 等) 04.10 月 2012 (04.10.2012) 说明书第[0057]-[0060]段, 图 1、37A、37B	11, 22
A	CN101174730A (鸿富锦精密工业(深圳)有限公司, 鸿海精密工业股份有限公司) 07.5 月 2008 (07.05.2008) 全文	1-22

☐ 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

01.7 月 2013 (01.07.2013)

国际检索报告邮寄日期

18.7 月 2013 (18.07.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

姜山

电话号码: (86-10) **62089147**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/083096

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN102158245A	17.08.2011	无	
US2012249393A1	04.10.2012	JP5092066B2	05.12.2012
		JP5060629B1	31.10.2012
		JP2012212960A	01.11.2012
		JP2012213231A	01.11.2012
CN101174730A	07.05.2008	CN101174730B	22.06.2011
		US2008106473A1	08.05.2008
		US7385556B2	10.06.2008