



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104283006 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 14

(21) 申请号 201310706831. 6

(22) 申请日 2013. 12. 20

(30) 优先权数据

102123645 2013. 07. 02 TW

(71) 申请人 叶明豪

地址 中国台湾新北市

(72) 发明人 叶明豪

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限

公司 72003

代理人 赵根喜 吕俊清

(51) Int. Cl.

H01Q 23/00 (2006. 01)

H01Q 1/50 (2006. 01)

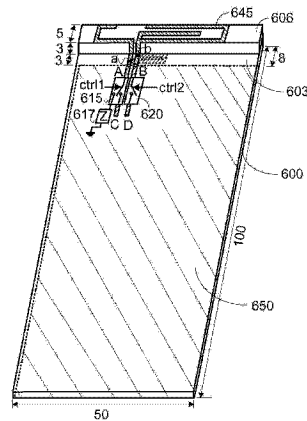
权利要求书2页 说明书9页 附图11页

(54) 发明名称

多天线馈入端口有源天线系统及其相关控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多天线馈入端口有源天线系统及其相关控制方法,该多天线馈入端口有源天线系统包括天线辐射单元、第一天线馈入端口与第二天线馈入端口,此控制方法包括下列步骤:将第一控制单元设定于关闭状态,使得第一天线馈入端口与天线辐射单元上的第一物理位置之间导通,并且一信号由第一馈入端口经由第一物理位置馈入天线辐射单元;以及将第二控制单元设定于关闭状态,使得第二天线馈入端口与天线辐射单元上的第二物理位置之间导通,并且该信号由该第二馈入端口经由第二物理位置馈入天线辐射单元;其中,第一控制单元与第二控制单元仅有一个被设定于该关闭状态。本发明所使用的控制信号简单,降低有源天线控制的复杂度。



1. 一种多天线馈入端口有源天线系统,包含:
  - 一印刷电路板,该印刷电路板上定义一天线净空区域;
  - 一天线辐射单元,设计于该天线净空区域内且该天线辐射单元上有一第一物理位置与一第二物理位置;
  - 一金属接地面,设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第一层上;
  - 一第一控制单元,具有一第一端连接于该第一物理位置、一第二端连接于一第一天线馈入端口以及一控制端,其中该控制端所接收的信号控制该第一天线馈入端口与该第一物理位置之间的导通与不导通其中之一;
  - 一第二控制单元,具有一第一端连接于该第二物理位置、一第二端连接于一第二天线馈入端口以及一控制端,其中该控制端所接收的信号控制该第二天线馈入端口与该第二物理位置之间的导通与不导通其中之一;其中,该第一控制单元以及该第一天线馈入端口设计于该印刷电路板的该天线净空区域外之一第二层。
2. 如权利要求 1 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中该第二天线馈入端口与该第二控制单元位于该印刷电路板该天线净空区域外的该第二层,且该第一天线馈入端口、该第二天线馈入端口、该第一控制单元与该第二控制单元位于该金属接地面的上方区域内。
3. 如权利要求 1 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中当该第一天线馈入端口与该第一物理位置之间不导通时,该第一物理位置成为一特定阻抗状态。
4. 如权利要求 1 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中当该第二天线馈入端口与该第二物理位置之间不导通时,该第二物理位置成为一高阻抗状态。
5. 如权利要求 1 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中该第二天线馈入端口与该第二物理位置之间不导通时,该第一天线馈入端口与该第一物理位置之间导通;或者,该第二天线馈入端口与该第二物理位置之间导通时,该第一天线馈入端口与该第一物理位置之间不导通。
6. 如权利要求 1 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中该天线辐射单元包括:
  - 一第一分支,该第一物理位置位于该第一分支上;
  - 一第二分支,该第二物理位置位于该第二分支上;以及
  - 一连结分支,连接于该第一分支与该第二分支。
7. 如权利要求 1 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中该天线净空区域还包括一垫高空间,且部分的该天线辐射单元设计在该垫高空间。
8. 一种多天线馈入端口有源天线系统,包含:
  - 一印刷电路板,该印刷电路板上定义一天线净空区域;
  - 一天线辐射单元,设计于该天线净空区域内且该天线辐射单元上有 M 个物理位置,其中 M 为大于 2 的整数;
  - 一金属接地面,设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第一层上;
  - M 个天线馈入端口;
  - M 个控制单元,每一该控制单元具有一第一端连接于该 M 个物理位置其中之一、一第二端连接于该 M 个天线馈入端口其中之一以及一控制端,其中, M 个控制单元中仅有一个控制

单元被控制于一关闭状态,使得该 M 个物理位置其中之一与该 M 天线馈入端口其中之一导通,而其他 (M-1) 个物理位置与其他 (M-1) 个天线馈入端口之间不导通。

9. 如权利要求 8 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中该 M 个控制单元以及该 M 个天线馈入端口设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第二层且位于该金属接地面的上方区域内。

10. 如权利要求 8 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中当其他 (M-1) 个物理位置与其他 (M-1) 个天线馈入端口之间不导通时,该其他 (M-1) 个物理位置成为一特定阻抗状态。

11. 如权利要求 8 所述的多天线馈入端口有源天线系统,其中该天线净空区域还包括一垫高空间,且部分的该天线辐射单元设计在该垫高空间。

12. 一种多天线馈入端口有源天线系统的控制方法,该多天线馈入端口有源天线系统包括一天线辐射单元、一第一天线馈入端口与一第二天线馈入端口,该控制方法包括下列步骤:

将一第一控制单元设定于一关闭状态,使得该第一天线馈入端口与该天线辐射单元上的一第一物理位置之间导通,并且一信号由该第一馈入端口经由该第一物理位置馈入该天线辐射单元;以及

将一第二控制单元设定于该关闭状态,使得该第二天线馈入端口与该天线辐射单元上的一第二物理位置之间导通,并且该信号由该第二馈入端口经由该第二物理位置馈入该天线辐射单元;

其中,该第一控制单元与该第二控制单元仅有一个被设定于该关闭状态。

13. 如权利要求 12 所述的控制方法,其中该天线辐射单元设计于一印刷电路板所定义的一天线净空区域内,一金属接地面设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第一层,该第一天线馈入端口与该第一控制单元设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第二层。

## 多天线馈入端口有源天线系统及其相关控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种天线系统及其控制方法,且特别涉及一种多天线馈入端口有源天线系统及其相关控制方法。

### 背景技术

[0002] 一般来说,使用于消费性无线产品上的天线通常为单一天线馈入端口的无源天线 (Single-Fed Passive Antenna),这类天线通常结构简单、应用简单、价格便宜、尺寸较小,单一支天线仅需要单一天线馈入端口,且可同时支援系统所需的所有频段,例如:蓝牙 (Bluetooth) 天线、无线网络 WiFi 天线、与第二代 (2G)/ 第三代 (3G) 移动通讯手机天线。其中,第二代移动通讯频段约为 824MHz ~ 960MHz 与 1710MHz ~ 1990MHz,而第三代移动通讯频段通常会特别关注 1920MHz ~ 2170MHz 的 Band1 频段。整体来看,2G/3G 频段可归纳为 824MHz ~ 960MHz 低频频段与 1710MHz ~ 2170MHz 高频频段。

[0003] 随着技术演进,目前全球移动通讯技术已经逐渐进入第四代 (4G) 移动通讯长期演进技术 (LTE, Long Term Evolution) 的阶段。而全球各区域对于第四代移动通讯所规范的工作频段也较 2G/3G 频段更为宽广,其中又以美国约 700MHz 的 Band13 与 Band17 和中国 2300 ~ 2620MHz 的 Band38 与 Band40 最受关注。

[0004] 由于第四代移动通讯手机天线必须同时支援旧有的 2G 与 3G 频段与最先进的 4G 频段,实为困难。再者,目前移动通讯手机功能整合越来越丰富,外观上也追求更轻薄,因此也直接压缩到手机内部的天线空间。这些原因也使得第四代移动通讯手机天线设计变得更为困难。

[0005] 请参照图 1A 至图 1C,其所示出为公知单一天线馈入端口第四代移动通讯无源天线架构、天线辐射单元的二维尺寸、以及该架构的反射损耗 (return loss) 实验量测结果。其公开于 2011 年 11 月 IEEE 期刊第 4215 页 (IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 59, NO. 11, November 2011 page 4215-4221)、其名称为 WWAN/LTE 频段手持式电话中整合于 USB 连接器的内耦合馈入双回路天线 (Internal Coupled-Fed Dual-loop Antenna Integrated with a USB Connector for WWAN/LTE Mobile Handset)。如图 1A 所示,该天线制作于 FR4 材质的印刷电路板 (PCB, Printed Circuit Board) 上。该印刷电路板总长度为 115 毫米、总宽度为 55 毫米。该天线对应的金属接地面 130 (Metal ground surface) 长度为 105 毫米,宽度也为 55 毫米。另外,天线净空区域 (Antenna Clearance) 宽度  $w$  为 10 毫米,长度则与印刷电路板同宽为 55 毫米。该天线净空区域即为天线辐射单元 (Radiation Unit) 120 所在位置。

[0006] 如图 1B 所示,其为该架构中的天线辐射单元 120 的二维尺寸示意图。其中, A 点为该天线辐射单元 120 的唯一天线馈入端口 (Antenna Feed Port), B 点为该天线辐射单元 120 的唯一接地点。再者,该金属接地面 130 位于 FR4 材质的印刷电路板的底层 (Bottom layer),而天线辐射单元 120 以及 A 点的天线馈入端口皆位于 FR4 材质的印刷电路板的表层 (Top layer)。天线辐射单元 120 于 B' 点通过一钻孔 (Via) 直接与金属接地面 130 连

接。

[0007] 一般而言,当天线净空区域宽度  $w$  越大,则越有利于天线设计与天线特性。但若以产品的角度思考之,天线必须整合至手机机壳内部,此时,当  $w$  尺寸越大,则其对手机外观的影响势必非常明显,尤其是手机长度的影响。另一方面,手机内部电路系统整合度极高,于手机内部通常也无法腾出太大空间为天线所使用。而该天线的净空区域宽度  $w$  为 10 毫米实际上已超过业界一般手机设计所能接受的范围,尺寸过大。

[0008] 如图 1C 所示,该反射损耗实验量测结果是以电压驻波比(以下简称 VSWR)=3 : 1(也即反射损耗约为 -6dB)作为计算频宽的标准,因此 BW\_a(700MHz-1170MHz)与 BW\_b(1705MHz-2740MHz)可定义为该天线频宽。

[0009] 然而,手机天线设计还必须同时考虑到天线与电路系统之间的整合。也即,功率放大器(PA,Power Amplifier)、低噪放大器(LNA,Low Noise Amplifier)与天线之间的匹配问题。因此,必须以 VSWR=2 : 1(反射损耗约为 -10dB)作为标准,甚至更严苛。如此一来,天线与电路系统整合后才能达到最佳状态。若以 VSWR=2 : 1 为标准,该天线频宽则缩小为 BW\_c(725MHz-800MHz)与 BW\_d(1900MHz-2700MHz)。由图 1C 可知,BW\_c 与 BW\_d 的频宽明显不足以同时涵盖 2G/3G/4G 所有工作频段。实际上并无法满足手机天线设计要求。

[0010] 请参照图 2A 至图 2C,其所示出为公知单一天线馈入端口第四代移动通讯无源天线架构、天线辐射单元的二维尺寸、以及该架构的反射损耗实验量测结果。其公开于 2010 年的 IEEE 期刊(Antennas and Propagation Society Internal Symposium(APSURSI), 2010 IEEE, Conference date 11-17 July 2010 多伦多(Toronto)、其名称为“在手持式电话中用于 LTE/GSM/UMTS 频段操作的小尺寸平面型反 F 天线”(Internal Small-size PIFA for LTE/GSM/UMTS Operation in Mobile Phone)。

[0011] 如图 2A 所示,该天线制作于 FR4 材质的印刷电路板上。该印刷电路板总长度为 115 毫米、总宽度为 45 毫米。该天线对应的金属接地面 230 长度为 100 毫米,宽度也为 45 毫米。另外,天线净空区域宽度  $w$  为 15 毫米,长度则与印刷电路板同宽为 45 毫米。该天线净空区域即为天线辐射单元 220 所在位置。

[0012] 如图 2B 所示,其为该架构中的天线辐射单元 220 的二维尺寸示意图。其中,A 点为该天线辐射单元 220 的唯一天线馈入端口,B 点为该天线辐射单元 220 的唯一接地点。再者,该金属接地面 230 位于 FR4 材质的印刷电路板的底层,而天线辐射单元 220 以及 A 点天线馈入端口皆位于 FR4 材质的印刷电路板的表层。天线辐射单元 220 于 B 点通过一钻孔直接与金属接地面 230 连接。很明显地,15 毫米的天线净空区域宽度  $w$  实际上已超过业界一般手机设计所能接受的范围,尺寸过大。

[0013] 如图 2C 的反射损耗实验量测结果所示,若以 VSWR=3 : 1 作为计算频宽的标准,则 BW\_a(695MHz-1040MHz)与 BW\_b(1580MHz-2840MHz)定义为该天线频宽。同理,若依照 VSWR=2 : 1 的标准,则该天线频宽会缩小为 BW\_c(700MHz-775MHz)、BW\_d(1750MHz-1950MHz)、BW\_e(2100MHz-2250MHz)与 BW\_f(2650MHz-2800MHz)四个较小的频宽,因此也无法满足手机天线设计需求。

[0014] 请参照图 3A 与图 3C,其所示出为公知单一天线馈入端口第四代移动通讯无源天线架构、天线辐射单元的二维尺寸、以及该架构的反射损耗实验量测结果。其公开于 2010 年 10 月的 IEEE 期刊第 3426 页(IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol.

58, NO. 10, October 2010 page 3426-3431)、其名称为“用于八频带 LTE/GSM/UMTS 手持式电话中具有紧密耦合的寄生短路微带线之平面印刷微带式单极天线”(Planar Printed Strip Monopole With a Closely-Coupled Parasitic Shorted Strip For Eight-Band LTE/GSM/UMTS Mobile Phone)。

[0015] 如图 3A 所示,该天线制作于 FR4 材质的印刷电路板上。该印刷电路板总长度为 119 毫米、总宽度为 64 毫米。该天线对应的金属接地面 330 长度约为 104 毫米,宽度也为 64 毫米。另外,天线净空区域宽度  $w$  为 15 毫米,长度则与印刷电路板同宽为 64 毫米。该天线净空区域即为天线辐射单元 320 所在位置。

[0016] 如图 3B 所示,其为该架构中的天线辐射单元 320 的二维尺寸示意图。其中,A 点为该天线辐射单元 320 的唯一天线馈入端口,B 点为该天线辐射单元 320 的唯一接地点。再者,该金属接地面 330 位于 FR4 材质的印刷电路板的底层,而天线辐射单元 320 以及 A 点天线馈入端口皆位于 FR4 材质的印刷电路板的表层。天线辐射单元 320 于 B 点通过一钻孔直接与金属接地面 330 连接。很明显地,15 毫米的天线净空区域宽度  $w$  实际上已超过业界一般手机设计所能接受的范围,尺寸过大。

[0017] 如图 3C 的反射损耗实验量测结果所示,若依照  $VSWR=2:1$  的标准,则该天线频宽几乎无法满足此标准。

[0018] 由于第四代移动通讯手机天线必须同时涵盖 2G/3G/4G 所有工作频段。由以上公知技术可知,利用基本单一天线馈入端口无源天线的概念设计第四代移动通讯手机天线通常会发生尺寸过大、天线匹配不佳与频宽不足等缺点。

[0019] 于是,单一天线馈入端口的有源天线 (Single-Fed Active Antenna) 的设计概念开始被导入第四代移动通讯手机天线设计中。其中又以使用可调式电容模块 (Tunable Capacitor Module) 于天线匹配电路上最为人所应用。

[0020] 请参照图 4,其所示出为公知单一天线馈入端口有源天线系统的方框示意图。此系统包含:一控制芯片 410、一控制接口 420、一高压输出电容控制器 430、一高压输出信号 440、一天线馈入射频传输线 (antenna feed transmission line) 450、一可调式电容模块 460、以及一天线辐射单元 470。其中,可调式电容模块 460 通常直接放置于天线馈入射频传输线 450 上,作为天线辐射单元 470 的匹配电路。高压输出信号 440 电压值介于零与三十伏特之间,此电压值用来控制可调式电容模块 460 内的可调电容的电容值。

[0021] 当手机与基地台通讯于特定工作频率 (operation frequency) 时,天线辐射单元 470 必须匹配至该特定工作频率。而为了要匹配至该特定工作频率,可调式电容模块 460 必须被设定在特定电容值。因此,控制芯片 410 通过控制接口 420 要求高压输出电容控制器 430 输出相对应的高压输出信号 440,用以调整可调式电容模块 460 维持在该特定电容值。

[0022] 由此可知,于天线系统的设计阶段,就必须定义各种工作频率下可调式电容模块 460 所对应的各种电容值,并建立为数据库存储于手机存储器中。此过程大大提高天线设计的复杂程度。

[0023] 此外,可调式电容模块 460 中的可调电容的电容值范围通常在 10pF 以下。再者,目前尚无法将电感器整合于可调式电容模块 460 之中。因此,天线辐射单元 470 通过可调式电容模块 460 匹配后,天线系统的工作频率动态移动的范围 (frequency dynamic range) 有限。也因此,利用此设计概念要使天线频宽涵盖最低至 700MHz 且最高至 2620MHz 的

2G/3G/4G 所有工作频率实为困难。为达到此匹配目的,可调式电容模块 460 内部的匹配电路架构也是一个设计难题。

### 发明内容

[0024] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的在于提出一种多天线馈入端口有源天线系统,包含:一印刷电路板,该印刷电路板上定义一天线净空区域;一天线辐射单元,设计于该天线净空区域内且该天线辐射单元上有一第一物理位置与一第二物理位置;一金属接地面,设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第一层上;一第一控制单元,具有一第一端连接于该第一物理位置、一第二端连接于一第一天线馈入端口以及一控制端,其中该控制端所接收的信号控制该第一天线馈入端口与该第一物理位置之间的导通与不导通其中之一;一第二控制单元,具有一第一端连接于该第二物理位置、一第二端连接于一第二天线馈入端口以及一控制端,其中该控制端所接收的信号控制该第二天线馈入端口与该第二物理位置之间的导通与不导通其中之一;其中,该第一控制单元以及该第一天线馈入端口设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第二层。

[0025] 本发明的目的还在于提出一种多天线馈入端口有源天线系统,包含:一印刷电路板,该印刷电路板上定义一天线净空区域;一天线辐射单元,设计于该天线净空区域内且该天线辐射单元上有 M 个物理位置,其中 M 为大于 2 的整数;一金属接地面,设计于该印刷电路板的该天线净空区域外的一第一层上;M 个天线馈入端口;M 个控制单元,每一该控制单元具有一第一端连接于该 M 个物理位置其中之一、一第二端连接于该 M 个天线馈入端口其中之一以及一控制端,其中, M 个控制单元中仅有一个控制单元被控制于一关闭状态,使得该 M 个物理位置其中之一与该 M 天线馈入端口其中之一导通,而其他 (M-1) 个物理位置与其他 (M-1) 个天线馈入端口之间不导通。

[0026] 本发明的目的提还在于出一种多天线馈入端口有源天线系统的控制方法,该多天线馈入端口有源天线系统包括一天线辐射单元、一第一天线馈入端口与一第二天线馈入端口,该控制方法包括下列步骤:将一第一控制单元设定于一关闭状态,使得该第一天线馈入端口与该天线辐射单元上的一第一物理位置之间导通,并且一信号由该第一馈入端口经由该第一物理位置馈入该天线辐射单元;以及将一第二控制单元设定于该关闭状态,使得该第二天线馈入端口与该天线辐射单元上的一第二物理位置之间导通,并且该信号由该第二馈入端口经由该第二物理位置馈入该天线辐射单元;其中,该第一控制单元与该第二控制单元仅有一个被设定于该关闭状态。

[0027] 本发明的有益效果在于,本发明概念简单易懂,设计容易。其所使用的控制信号简单,降低有源天线控制的复杂度。另外,利用多个天线馈入端口连接于天线辐射单元上的相异物理位置的特点,使得由不同天线馈入端口馈入可获得相异的频带。再者,通过控制单元操控其他物理位置的阻抗状态,也使得天线共振模式 (resonant mode) 更为丰富。使其能涵盖更多的频带,同时也维持较小的天线尺寸。此外,利用本发明所设计的第四代移动通讯天线可同时涵盖 2G/3G/4G 所有频带,且有相当不错的阻抗匹配,其设计难度也相对降低许多。

[0028] 为了对本发明的上述及其他方面有更佳的了解,下文特举较佳实施例,并配合附图,作详细说明如下:

## 附图说明

[0029] 图 1A 至图 1C 所示出为公知单一天线馈入端口第四代移动通讯无源天线架构、天线辐射单元的二维尺寸、以及该架构的反射损耗实验量测结果。

[0030] 图 2A 至图 2C 所示出为公知单一天线馈入端口第四代移动通讯无源天线架构、天线辐射单元的二维尺寸、以及该架构的反射损耗实验量测结果。

[0031] 图 3A 与图 3C 所示出为公知单一天线馈入端口第四代移动通讯无源天线架构、天线辐射单元的二维尺寸、以及该架构的反射损耗实验量测结果。

[0032] 图 4 所示出为公知单一天线馈入端口有源天线统的方框示意图。

[0033] 图 5A 至图 5D 所示出为本发明双天线馈入端口有源天线统的第一实施例、正常工作状态的等效电路示意图、以及反射损耗实验量测结果。

[0034] 图 6A 至图 6E 所示出为本发明双天线馈入端口有源天线系统的第二实施例、天线辐射单元的二维尺寸、正常工作状态的等效电路示意图、以及反射损耗实验量测结果。

[0035] 其中,附图标记说明如下:

[0036] 120、220、320、470 :天线辐射单元

[0037] 130、230、330 :金属接地面

[0038] 410 :控制芯片

[0039] 420 :控制接口

[0040] 440 :高压输出信号

[0041] 450 :天线馈入射频传输线

[0042] 460 :可调式电容模块

[0043] 500、600 :印刷电路板

[0044] 503、603 :天线净空区域

[0045] 515、615 :第一控制单元

[0046] 520、620 :第二控制单元

[0047] 545、645 :天线辐射单元

[0048] 550、650 :金属接地面

[0049] 606 :垫高空间

[0050] 617 :匹配元件

## 具体实施方式

[0051] 第一实施例

[0052] 请参照图 5A 至图 5D, 其所示出为本发明双天线馈入端口有源天线系统的第一实施例、正常工作状态的等效电路示意图、以及反射损耗实验量测结果。该双天线馈入端口有源天线系统设计于一印刷电路板 500 上, 其长度与宽度分别为 100 毫米与 45 毫米。在该印刷电路板 500 定义一天线净空区域 503, 其长度与宽度分别为 45 毫米与 8 毫米; 其中, 天线辐射单元 545 设计在天线净空区域 503 内。

[0053] 在该天线净空区域 503 之外的该印刷电路板 500 表层, 另设计一第一控制单元 515 与一第二控制单元 520。其中, 天线辐射单元 545 有两相异物理位置 (physical position)



A 与 B。再者,第一控制单元 515 的第一端连接于该位置 A,第一控制单元 515 的第二端连接于第一天线馈入端口 C,第一控制单元 515 受控于第一控制信号  $ctrl1$ ;第二控制单元 520 的第一端连接于该位置 B,第二控制单元 520 的第二端连接于第二天线馈入端口 D,第二控制单元 520 受控于第二控制信号  $ctrl2$ 。

[0054] 在该印刷电路板 500 的底层的该天线净空区域 503 之外,布局一金属接地面 550,其长度与宽度分别为 92 毫米与 45 毫米。其中,该第一天线馈入端口 C、该第二天线馈入端口 D、该第一控制单元 515、与该第二控制单元 520 皆位于印刷电路板 500 的表层,并且位于金属接地面 550 的上方区域内。

[0055] 再者,第一控制单元 515 可视为一开关装置,且第一控制信号  $Ctrl1$  可令第一控制单元 515 处于关闭状态 (close state) 或者开启状态 (open state)。当第一控制单元 515 为开启状态时,位置 A 与第一天线馈入端口 C 之间不导通,使得位置 A 成为高阻抗状态 (high impedance state),因此第一天线馈入端口 C 无法将信号馈入至天线辐射单元 545。或者,当第一控制单元 515 为关闭状态时,位置 A 与第一天线馈入端口 C 之间导通,使得位置 A 与第一天线馈入端口 C 连接。此时,第一天线馈入端口 C 可经由位置 A 将信号馈入至天线辐射单元 545。

[0056] 同理,第二控制单元 520 可视为一开关装置,且第二控制信号  $Ctrl2$  可令第二控制单元 520 处于关闭状态或者开启状态。当第二控制单元 520 为开启状态时,位置 B 与第二天线馈入端口 D 之间不导通,使得位置 B 成为高阻抗状态,因此第二天线馈入端口 D 无法将信号馈入至天线辐射单元 545。或者,当第二控制单元 520 为关闭状态时,位置 B 与第二天线馈入端口 D 之间导通,使得位置 B 与第二天线馈入端口 D 连接。此时,第二天线馈入端口 D 可经由位置 B 将信号馈入至天线辐射单元 545。

[0057] 根据本发明的第一实施例,双天线馈入端口有源天线系统的天线辐射单元 545 并未连接至该金属接地面 550。并且,在正常工作状态时,第一控制单元 515 与第二控制单元 520 仅会有一个处于关闭状态。

[0058] 如图 5B 所示,于正常工作状态,第一控制单元 515 为开启状态且第二控制单元 520 为关闭状态时,位置 A 呈现高阻抗状态,使得第一天线馈入端口 C 无法对天线辐射单元 545 进行馈入的动作。并且,信号由第二天线馈入端口 D 经由位置 B 馈入至天线辐射单元 545。其中,天线辐射单元 545 位置 B 左侧部分的路径长度为  $L_a$ ,位置 B 右侧部分的路径长度为  $L_b$ 。如图 5D 所示,实线曲线 I 为其反射损耗实验量测结果。也即,由第二天线馈入端口 D 馈入时, $L_a$  与  $L_b$  分别产生相对应的高频共振频率点  $f_a$  与低频共振频率点  $f_b$ 。

[0059] 如图 5C 所示,于正常工作状态,第一控制单元 515 为关闭状态且第二控制单元 520 为开启状态时,位置 B 呈现高阻抗状态,使得第二天线馈入端口 D 无法对天线辐射单元 545 进行馈入的动作。并且,信号由第一天线馈入端口 C 经由位置 A 馈入至天线辐射单元 545。其中,天线辐射单元 545 位置 A 左侧部分的路径长度为  $L_a'$ ,位置 A 右侧部分的路径长度为  $L_b'$ 。

[0060] 当信号由第二天线馈入端口 D 更改为由第一天线馈入端口 C 馈入天线辐射单元 545 时,天线辐射单元 545 左侧部分的路径长度改变为  $L_a'$  ( $L_a' < L_a$ ),天线辐射单元 545 右侧部分的路径长度改变为  $L_b'$  ( $L_b' > L_b$ )。如图 5D 所示,虚线曲线 II 为其反射损耗实验量测结果。也即,两段路径长度产生变化之后,由第一天线馈入端口 C 馈入时, $L_a'$  与  $L_b'$  分

别产生更高频的共振频率点 ( $f_a + \Delta a$ ) 与更低频的共振频率点 ( $f_b - \Delta b$ )。

[0061] 根据本发明的第一实施例,通过第一控制信号 Ctr11 与第二控制信号 Ctr12 的控制,可控制第一控制单元 515 与第二控制单元 520 其中之一为关闭状态。而本发明还利用天线辐射单元 545 上位置 A 与位置 B 的不同物理位置,进而可由第一天线馈入端口 C 得到曲线 II 的结果,并产生一低频共振频率点 ( $f_b - \Delta b$ ) 以及一高频共振频率点 ( $f_a + \Delta a$ )。以及,可由第二天线馈入端口 D 得到曲线 I 的结果,产生一低频共振频率点  $f_b$  以及一高频共振频率点  $f_a$ 。因此,该第一实施例所描述的双天线馈入端口有源天线系统共可支持  $f_a$ 、( $f_a + \Delta a$ )、 $f_b$  与 ( $f_b - \Delta b$ ) 四个频段。

[0062] 经由适当的设计路径长度  $L_a$ 、 $L_b$ 、 $L_a'$  与  $L_b'$ ,可将四个频段设计在 GSM850、GSM900、DCS1800、以及 PCS1900 频段。

[0063] 第二实施例

[0064] 请参照图 6A 至图 6E,其所示出为本发明双天线馈入端口有源天线系统的第二实施例、天线辐射单元的二维尺寸、正常工作状态的等效电路示意图、以及反射损耗实验量测结果。

[0065] 该双天线馈入端口有源天线系统设计于一印刷电路板 600 上,其长度与宽度分别为 100 毫米与 50 毫米。其中,在该印刷电路板 600 定义一天线净空区域 603,其长度与宽度分别为 50 毫米与 8 毫米,而天线辐射单元 645 设计在天线净空区域 603 内。再者,在天线净空区域 603 还包括一垫高空间 606,其高度、宽度与长度分别为 3 毫米、5 毫米与 50 毫米。而部分的天线辐射单元 645 设计在垫高空间 606 上。

[0066] 在该印刷电路板 600 的底层的该天线净空区域 603 之外,布局一金属接地面 650,其长度与宽度分别为 92 毫米与 50 毫米。并且,在该天线净空区域 603 之外的该印刷电路板 600 表层,另设计一匹配元件 (matching element) 617、一第一控制单元 615 与一第二控制单元 620。其中,该匹配元件 617、该第一天线馈入端口 C、该第二天线馈入端口 D、该第一控制单元 615、与该第二控制单元 620 皆位于印刷电路板 600 的表层,并且位于金属接地面 650 的上方区域内。而匹配元件 617 的一端经由一钻孔 (未示出) 连接至金属接地面 650

[0067] 请参照图 6B,其所示出为第二实施例的天线辐射单元的二维尺寸示意图。天线辐射单元 645 有两相异物理位置 A 与 B。再者,天线辐射单元 645 包括一第一分支、一第二分支与一连结分支 (虚线所示),位置 A 位于第一分支上,位置 B 位于第二分支上,且连结分支的长度为  $L$ ,其长度  $L$  介于 10 毫米至 40 毫米。

[0068] 根据本发明的第二实施例,连结分支位于该印刷电路板 600 底层的天线净空区域 603,而第一分支与第二分支位于该印刷电路板 600 表层的天线净空区域 603 以及垫高空间 606。再者,第一分支上有一钻孔 (Via) a 连接至连结分支的第一端,第二分支上有一钻孔 (Via) b 连接至连结分支的第二端。

[0069] 再者,第一控制单元 615 的第一端连接于该位置 A,第一控制单元 615 的第二端连接于第一天线馈入端口 C,第一控制单元 615 的第三端与金属接地面 650 之间连接匹配元件 617。第一控制单元 615 受控于第一控制信号 ctr11;第二控制单元 620 的第一端连接于该位置 B,第二控制单元 620 的第二端连接于第二天线馈入端口 D,第二控制单元 620 受控于第二控制信号 ctr12。

[0070] 再者,第一控制单元 615 可为一单刀双掷 (SPDT) 开关装置,且第一控制信号 Ctr11

可令第一控制单元 615 处于关闭状态或者匹配状态。当第一控制单元 615 处于关闭状态时,位置 A 与第一天线馈入端口 C 之间导通,使得位置 A 与第一天线馈入端口 C 连接,而第一天线馈入端口 C 可经由位置 A 将信号馈入至天线辐射单元 645。再者,当第一控制单元 615 处于匹配状态时,位置 A 与第一天线馈入端口 C 之间不导通,而第一天线馈入端口 C 无法将信号馈入至天线辐射单元 645。换言之,于匹配状态时,位置 A 经由匹配元件 617 连接至金属接地面 650。而根据本发明的具体实施例,匹配元件 617 的阻抗值为  $Z$ ,且  $Z=0$ 。因此,在本发明的匹配状态时,天线辐射单元 645 于位置 A 形成接地短路 (Grounding) 的低阻抗状态 (low impedance state)。然而,本发明并未限定匹配元件 617 的阻抗值  $Z$ ,本领域的技术人员可以根据实际的需求来设计匹配元件 617 的阻抗值  $Z$ ,使得匹配元件 617 的阻抗值  $Z$  被设定为一特定阻抗状态。

[0071] 第二控制单元 620 可为一开关装置,且第二控制信号 Ctrl2 可令第二控制单元 620 处于关闭状态或者开启状态。当第二控制单元 620 为开启状态时,位置 B 与第二天线馈入端口 D 之间不导通,使得位置 B 成为高阻抗状态,因此第二天线馈入端口 D 无法将信号馈入至天线辐射单元 645。或者,当第二控制单元 620 为关闭状态时,位置 B 与第二天线馈入端口 D 之间导通,使得位置 B 与第二天线馈入端口 D 连接。此时,第二天线馈入端口 D 可经由位置 B 将信号馈入至天线辐射单元 645。

[0072] 根据本发明的第二实施例,双天线馈入端口有源天线系统的天线辐射单元 645 并未直接连接至该金属接地面 650。并且,在正常工作状态时,第一控制单元 615 与第二控制单元 620 仅会有一个天线馈入端口连接至天线辐射单元 645。也即,当第一控制单元 615 为关闭状态且第二控制单元 620 为开启状态时,第一天线馈入端口 C 可经由位置 A 将信号馈入至天线辐射单元 645。或者,当第一控制单元 615 为匹配状态且第二控制单元 620 为关闭状态时,第二天线馈入端口 D 可经由位置 B 将信号馈入至天线辐射单元 645。以下详细说明之。

[0073] 如图 6C 所示,于正常工作状态,且第一控制单元 615 为匹配状态且第二控制单元 620 为关闭状态时,第一天线馈入端口 C 无法对天线辐射单元 645 进行馈入的动作。且由于匹配元件 617 的阻抗值  $Z=0$ ,所以位置 A 呈现接地短路的低阻抗状态。此时,信号由第二天线馈入端口 D 经由位置 B 馈入至天线辐射单元 645。如图 6E 所示,实线曲线 I 为其反射损耗实验量测结果。其低频频宽约位于 GSM850 与 GSM900 位置,且高频频宽可涵盖 DCS1800、PCS1900 与 WCDMA2100。

[0074] 如图 6D 所示,于正常工作状态,且第一控制单元 615 为关闭状态且第二控制单元 620 为开启状态时,位置 B 呈现高阻抗状态,使得第二天线馈入端口 D 无法对天线辐射单元 645 进行馈入的动作。并且,信号由第一天线馈入端口 C 经由位置 A 馈入至天线辐射单元 645。

[0075] 当信号由第二天线馈入端口 D 更改为由第一天线馈入端口 C 馈入天线辐射单元 645 时,天线辐射单元 645 的位置 A 左侧部分的短路径形成更高频的共振,该共振频宽可涵盖 4G 的大陆 2300 ~ 2620MHz 的 Band38 与 Band40。天线辐射单元 645 的位置 A 右侧部分的路径包含了连结分支,使之形成更低频的共振。适当调整连结分支的长度  $L$  后,该低频共振频带可控制在约 700MHz 的 Band13 与 Band17。如图 5E 所示,虚线曲线 II 为其反射损耗实验量测结果。

[0076] 根据本发明的第二实施例,通过第一控制信号 Ctrl1 与第二控制信号 Ctrl2 的控制,可控制第一控制单元 615 与第二控制单元 620 的状态。而本发明还利用天线辐射单元 645 上位置 A 与位置 B 的不同物理位置,进而可由第一天线馈入端口 C 得到曲线 II 的结果,并产生 4G 的低频约 700MHz 共振与高频 2300 ~ 2620MHz 的共振。以及,可由第二天线馈入端口 D 得到曲线 I 的结果,产生可涵盖 GSM850、GSM900、DCS1800、PCS1900 以及 WCDMA2100 的频段。

[0077] 根据以上的说明,印刷电路板以表层与底层的两层印刷电路板为例来做说明。然而,当印刷电路板为多层板(例如四层板)时,金属接地面并不限定需要设计在底层,也可以将金属接地面设计在印刷电路板表层与底层之外的任一内层。也即,金属接地面与控制单元设计在印刷电路板上相异的层。或者,可以将匹配元件 617、第一控制单元与第一天线馈入端口设计在印刷电路板的表层,将第二控制单元与第二天线馈入端口设计在印刷电路板的底层,而将金属接地面设计在印刷电路板的内层。

[0078] 再者,本发明的二个实施例中,第一控制单元与第二控制单元虽然是利用第一控制信号 ctrl1 与第二控制信号 ctrl2 来分别控制。然而,本领域的技术人员也可以仅利用单一的控制信号来同时控制第一控制单元与第二控制单元。以图 5A 为例,当控制信号为第一电平时,设定第一控制单元 515 为开启状态而第二控制单元 520 为关闭状态;当控制信号为第二电平时,设定第一控制单元 515 为关闭状态而第二控制单元 520 为开启状态。如此,即可利用单一的控制信号来同时控制第一控制单元 515 与第二控制单元 520。

[0079] 再者,于本发明的二个实施例中,第一控制单元与第二控制单元虽然是以开关装置为例来进行说明,在此领域的技术人员也可以利用等效的装置来达成。举例来说,利用二极管来作为控制单元,当控制信号让二极管成为顺向偏压时,代表控制单元为关闭状态;而控制信号让二极管成为逆向偏压时,代表控制单元为开启状态。

[0080] 再者,虽然上述的实施例以两个天线馈入端口搭配两个控制单元的有源天线系统来作说明。在此领域的技术人员也可以设计两个以上的天线馈入端口(例如 M 个天线馈入端口)搭配多个控制单元(例如 M 个控制单元)以及多个物理位置(M 个物理位置)来使得有源天线系统获得更多的频带。也即,当有源天线系统运作时,仅有一个控制单元处于导通的关闭状态,而其他控制单元将会让其他 (M-1) 个物理位置与其他 (M-1) 个天线馈入端口之间形成不导通。

[0081] 综合以上所公开的两个较佳实施例,本发明概念简单易懂,设计容易。其所使用的控制信号简单,降低有源天线控制的复杂度。另外,利用多个天线馈入端口连接于天线辐射单元上的相异物理位置的特点,使得由不同天线馈入端口馈入可获得相异的频带。再者,通过控制单元操控其他物理位置的阻抗状态,也使得天线共振模式(resonant mode)更为丰富。使其能涵盖更多的频带,同时也维持较小的天线尺寸。

[0082] 此外,通过第二实施例的验证结果也证实利用本发明所设计的第四代移动通讯天线可同时涵盖 2G/3G/4G 所有频带,且有相当不错的阻抗匹配,其设计困难度也相对降低许多。

[0083] 综上所述,虽然本发明已以较佳实施例公开如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因此,本发明的保护范围当视所附的权利要求所界定者为准。

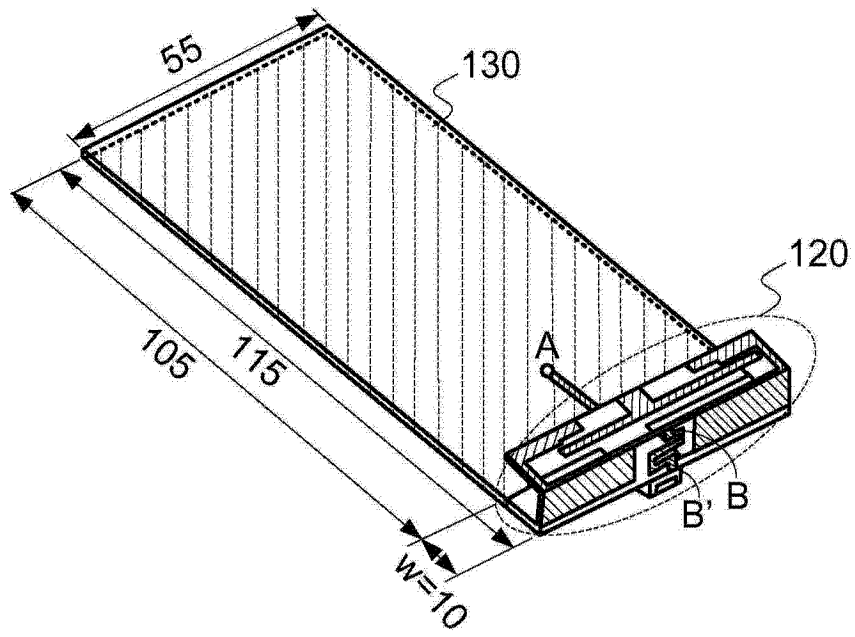


图 1A

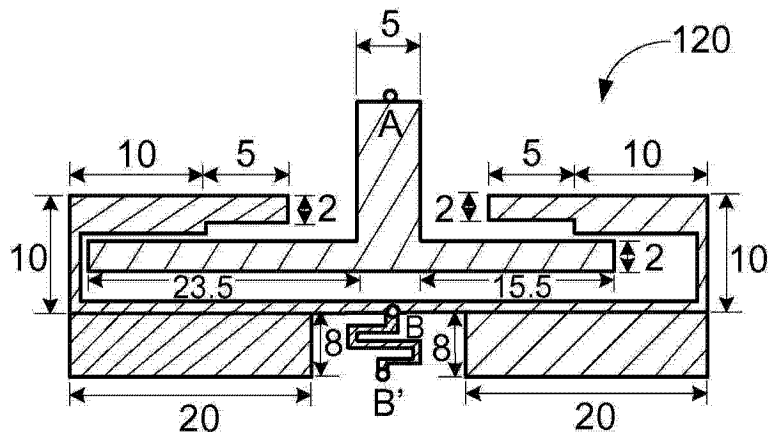


图 1B

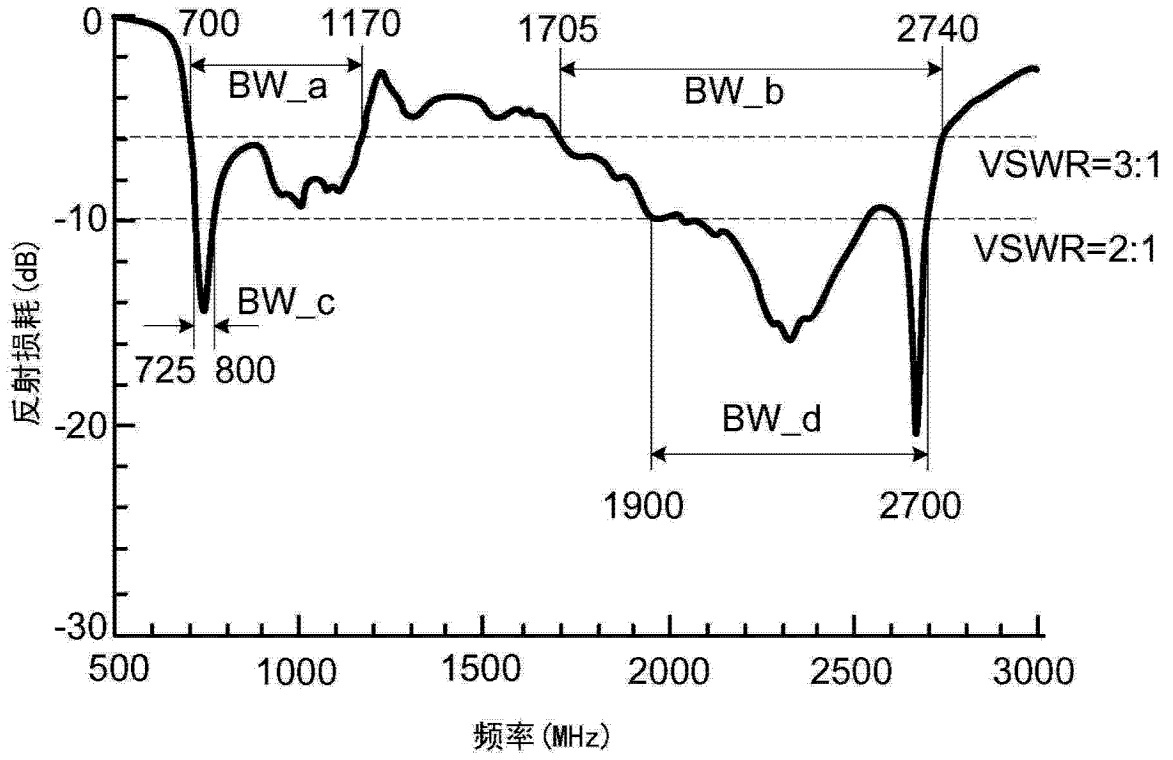


图 1C

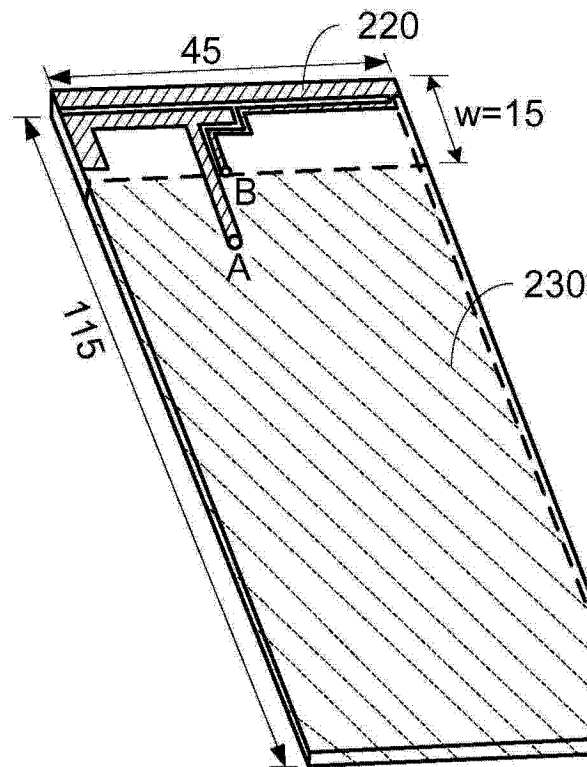


图 2A

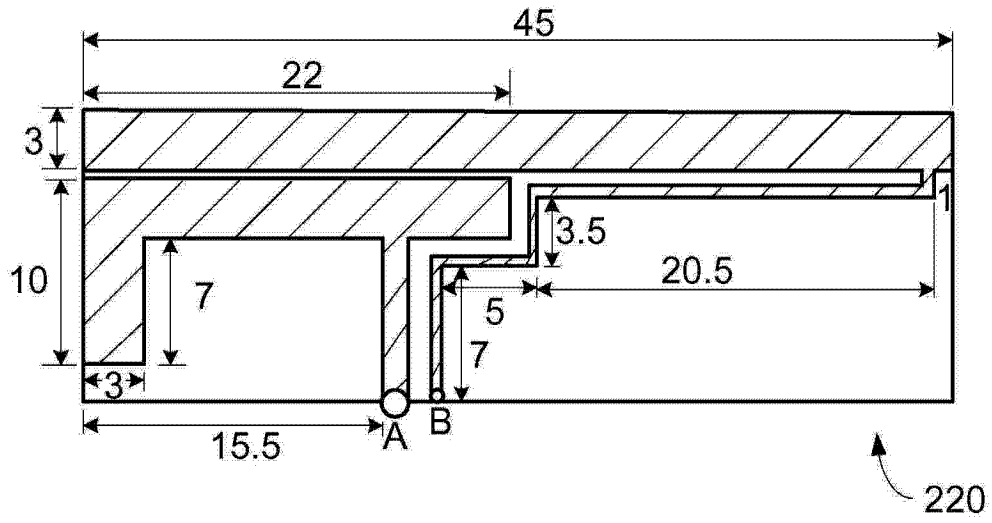


图 2B

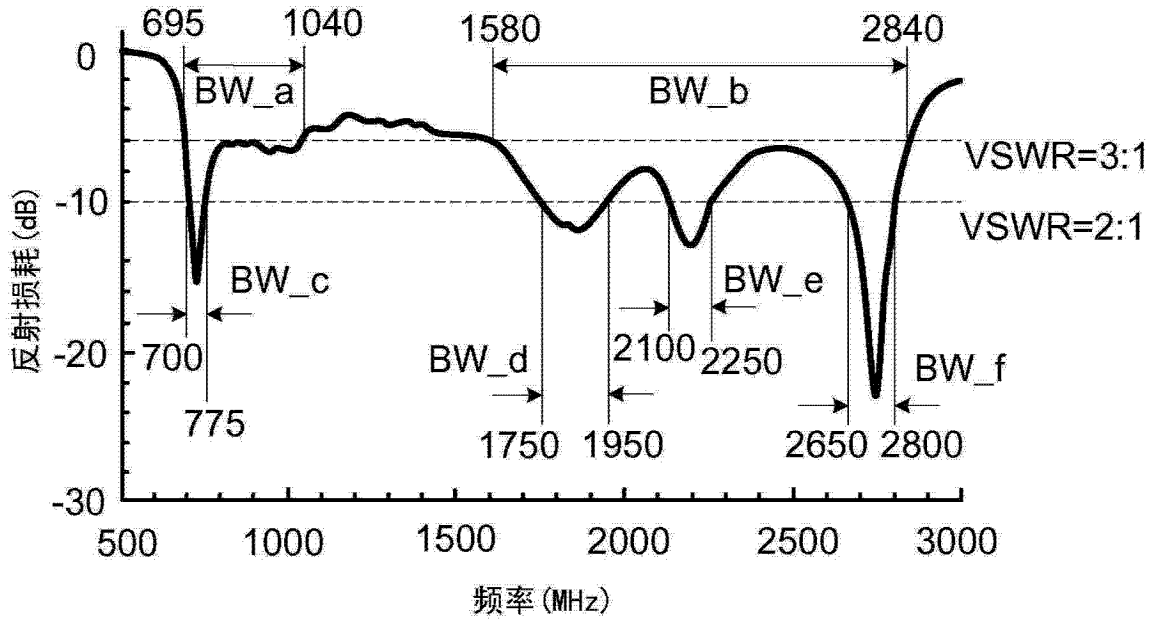


图 2C

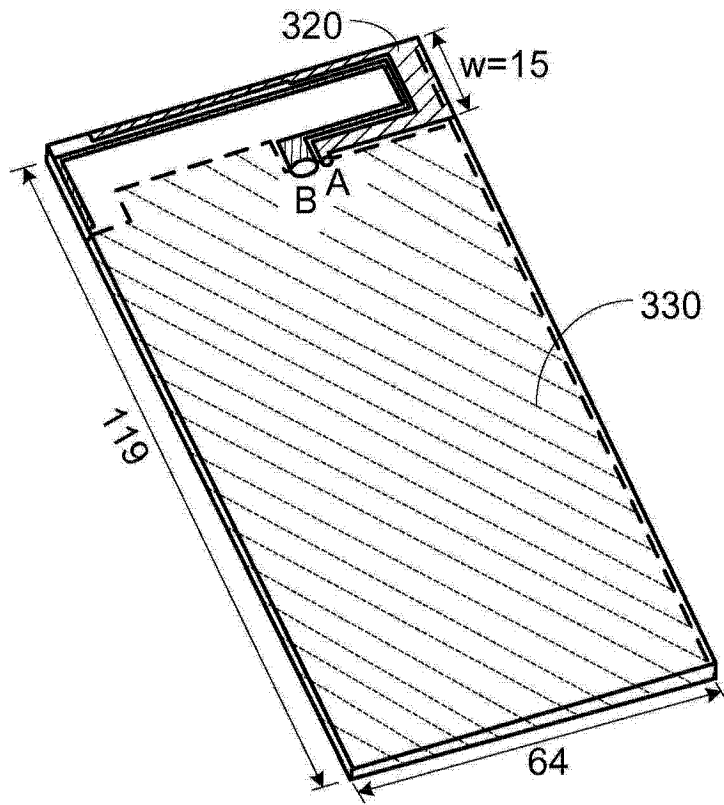


图 3A

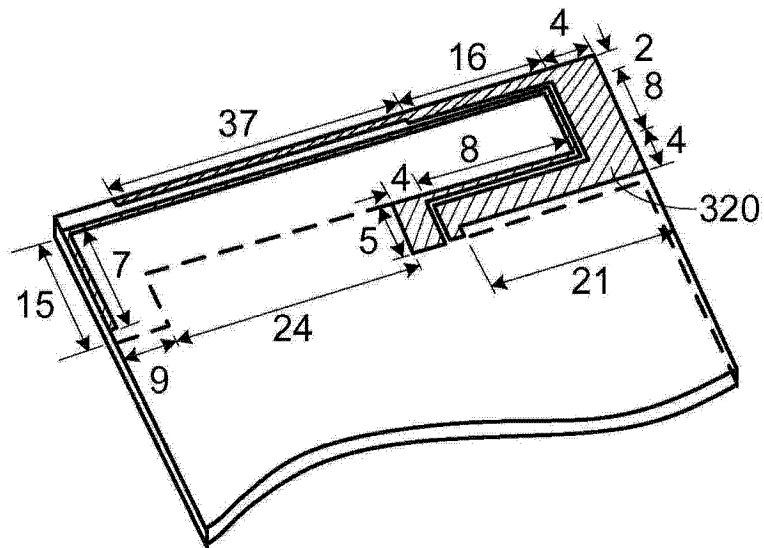


图 3B



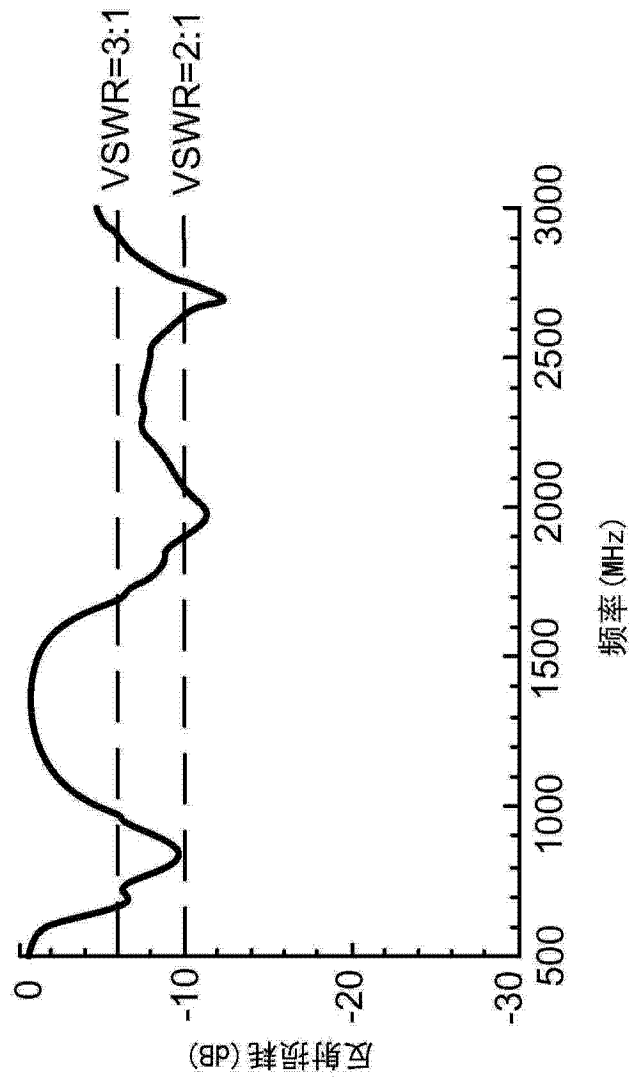


图 3C

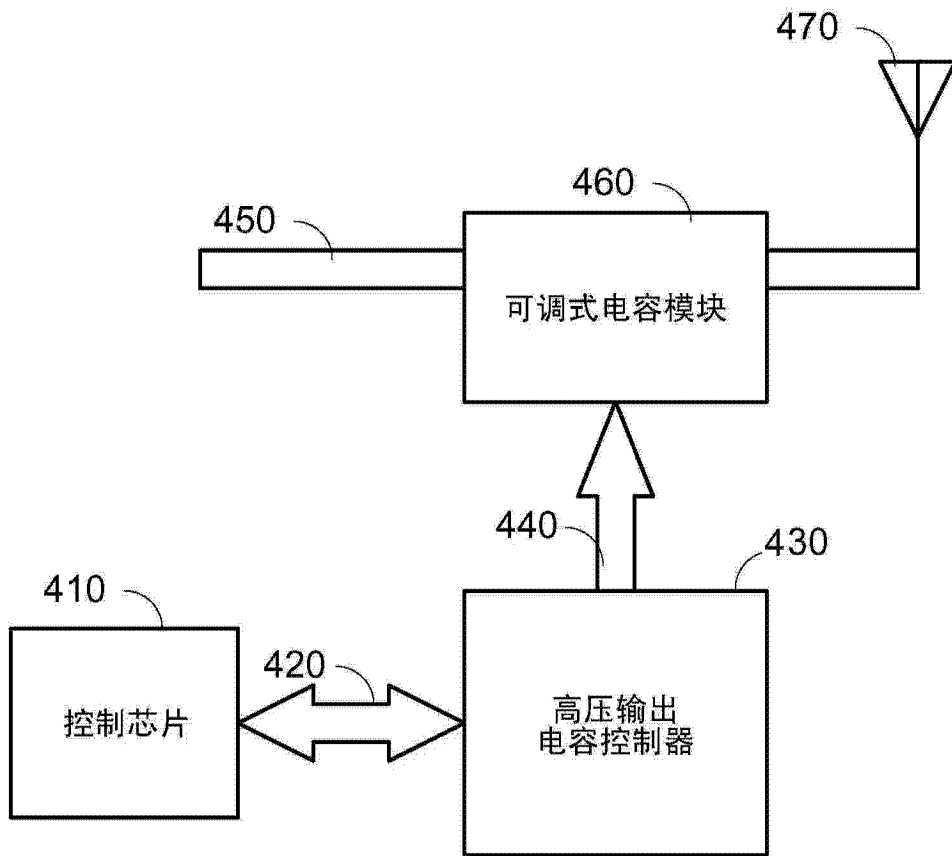


图 4

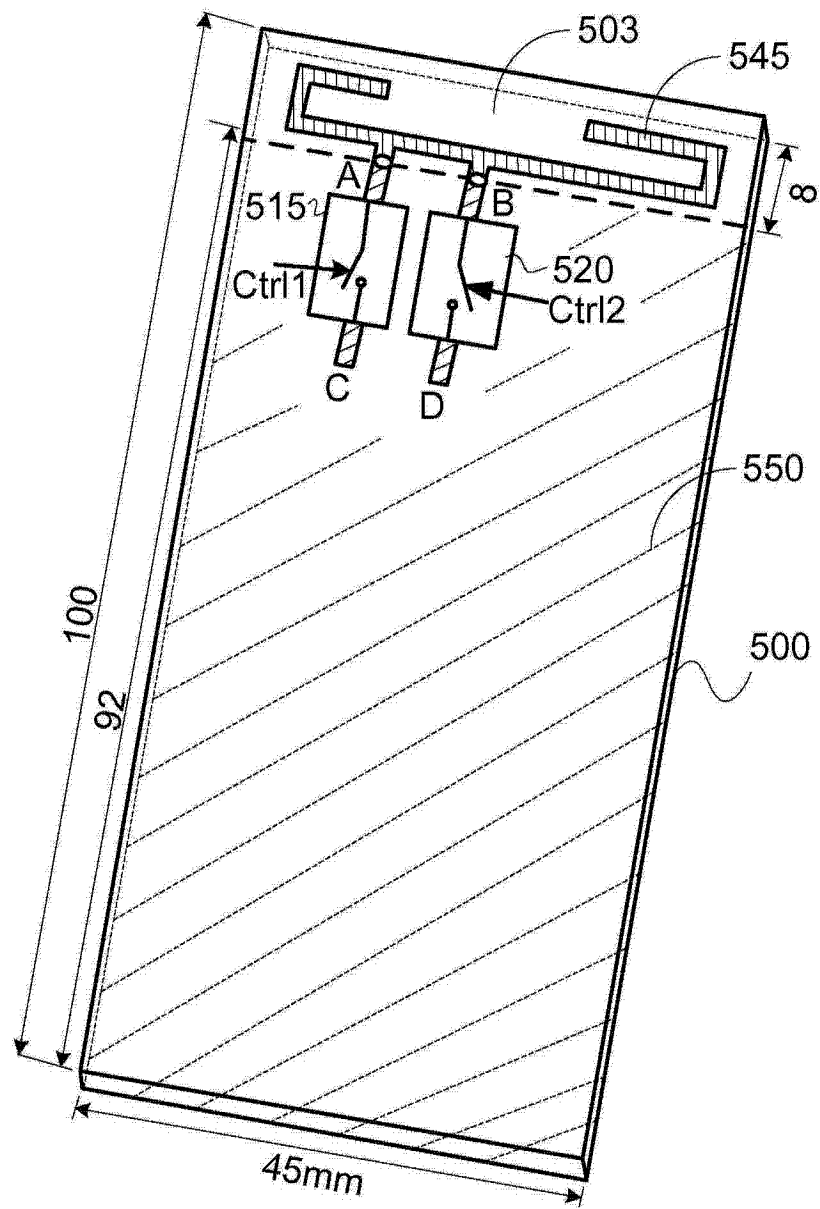


图 5A

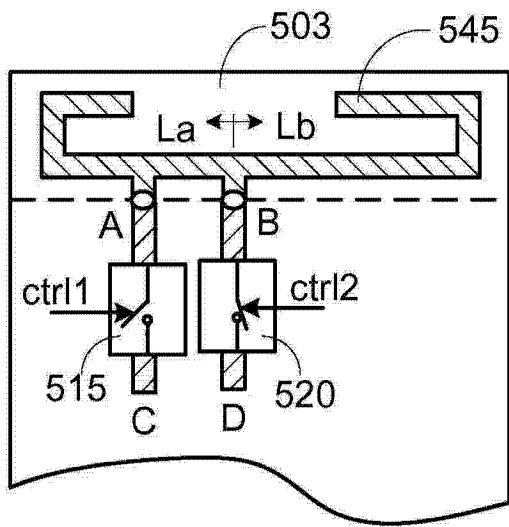


图 5B

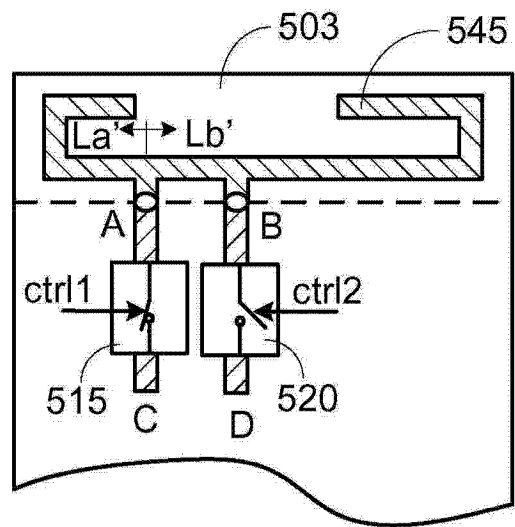


图 5C

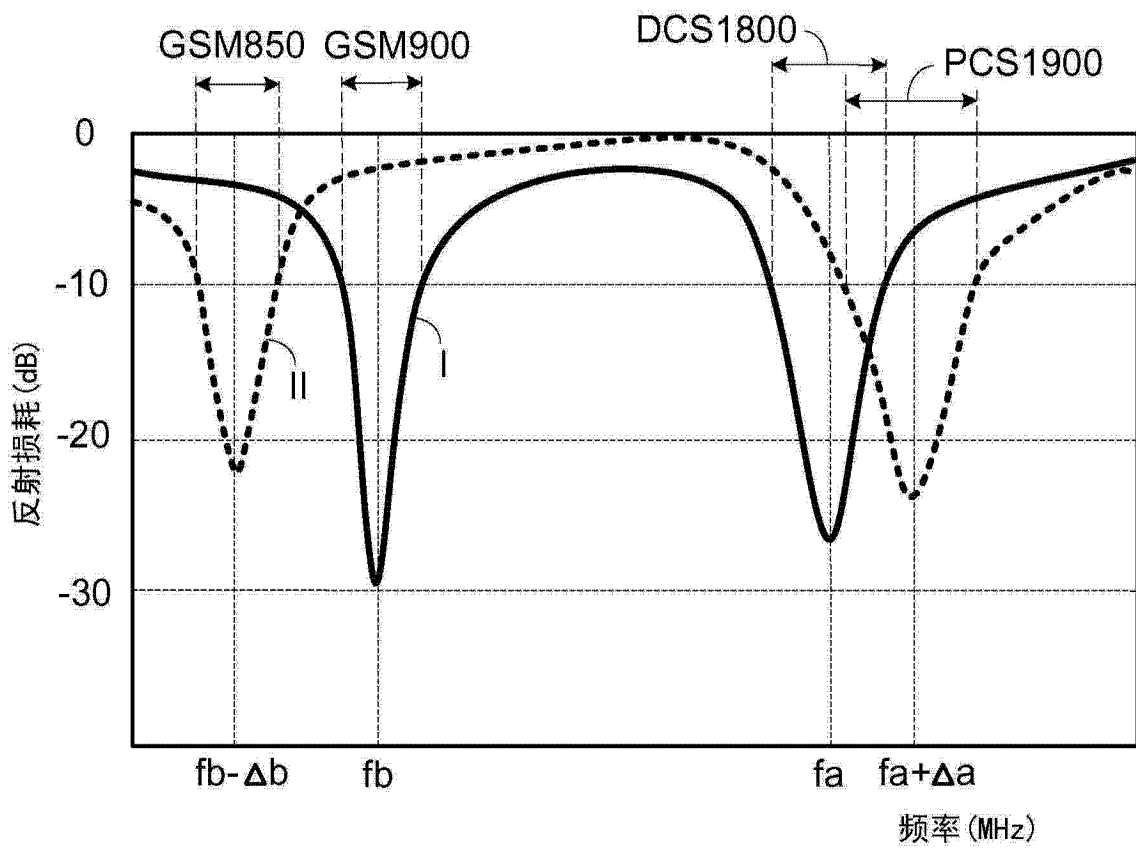


图 5D

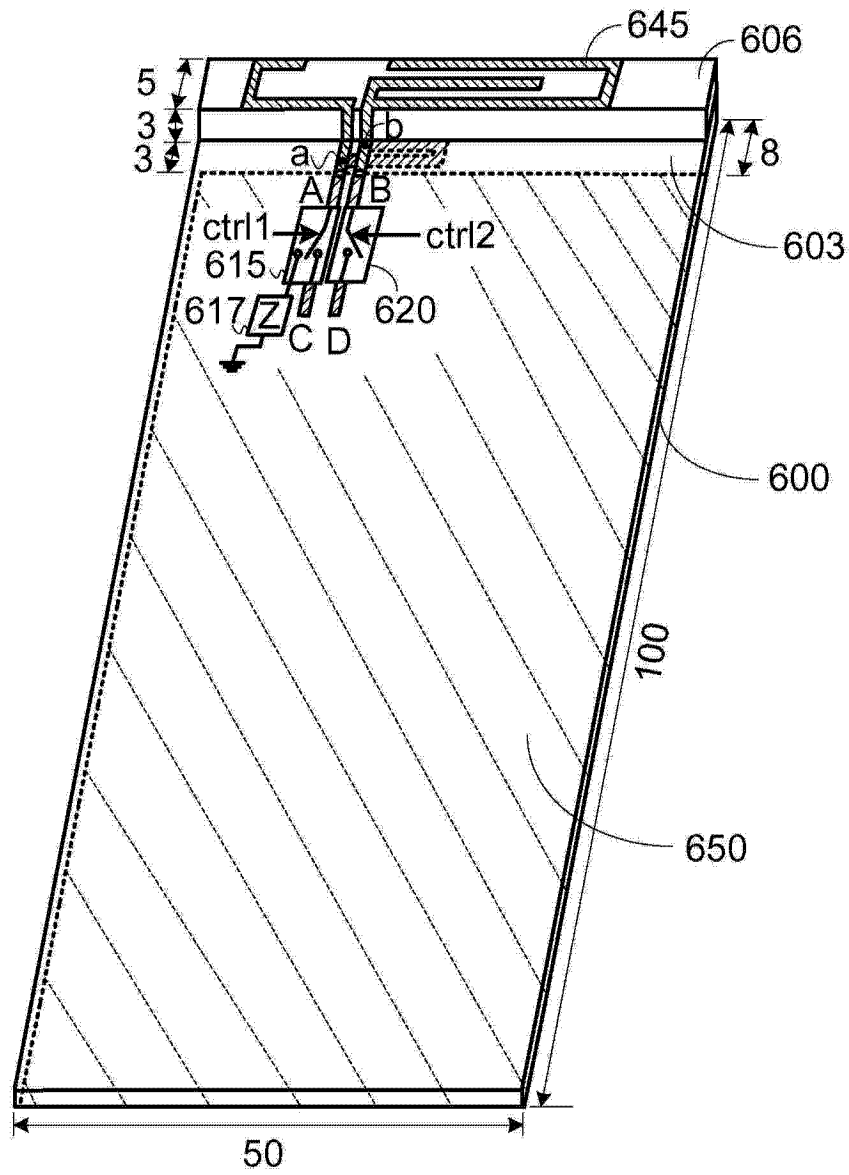


图 6A

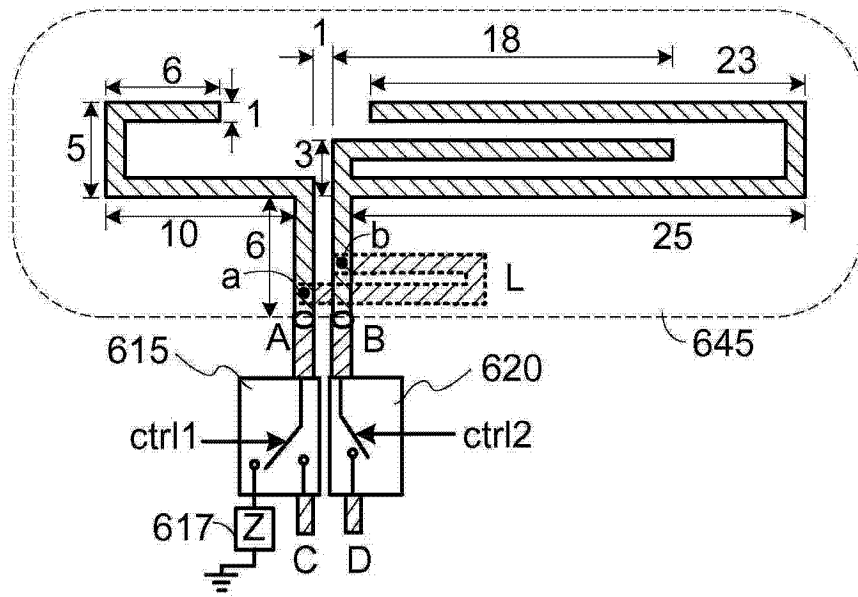


图 6B

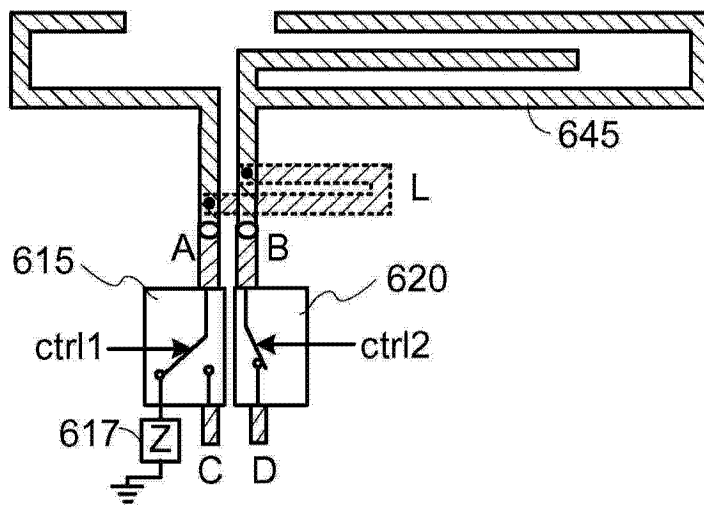


图 6C

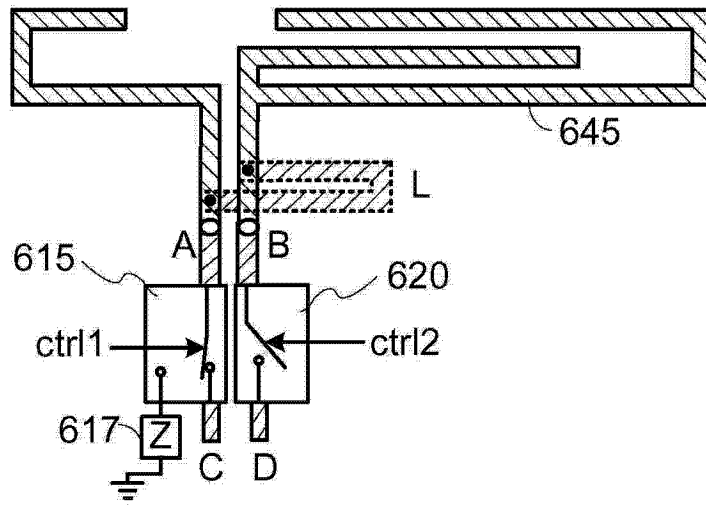


图 6D

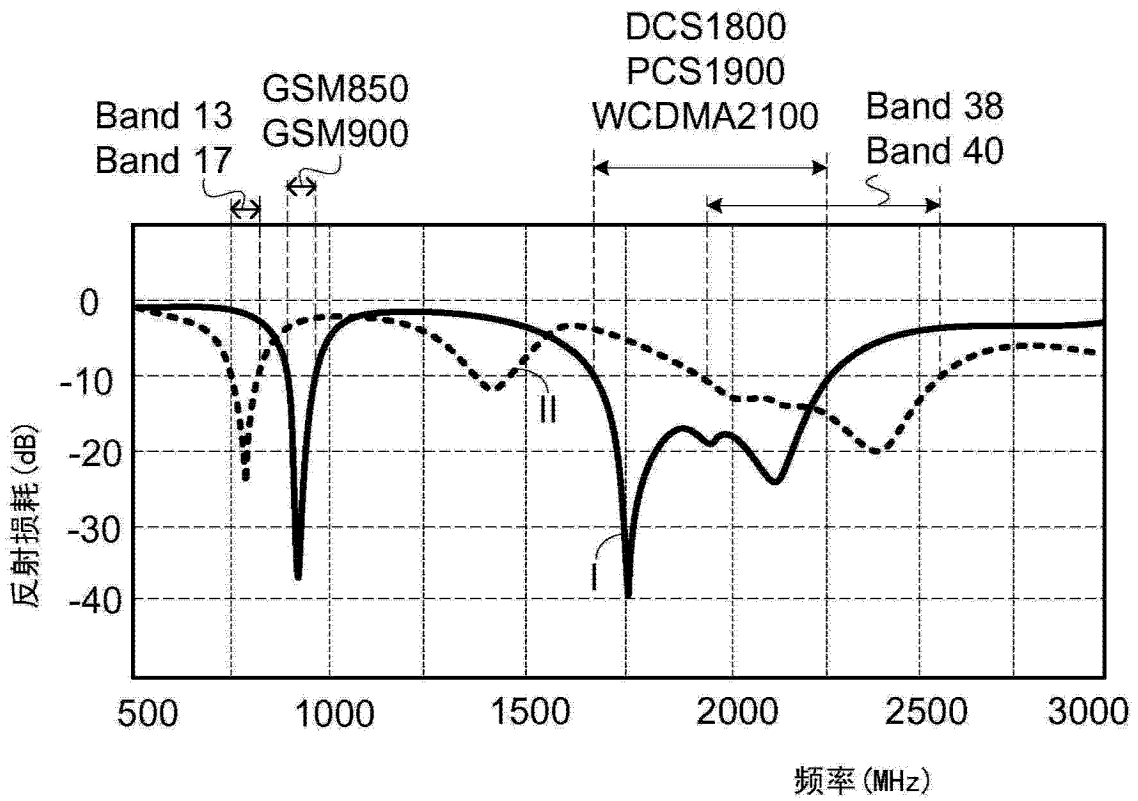


图 6E