

(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
2024 年 10 月 3 日 (03.10.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/199162 A1

(51) 国际专利分类号:
H01Q 1/22 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/083455

(22) 国际申请日: 2024 年 3 月 25 日 (25.03.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310338055.2 2023年3月31日 (31.03.2023) CN

(71) 申请人: 维沃移动通信有限公司 (**VIVO MOBILE COMMUNICATION CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。

(72) 发明人: 郑立成 (**ZHENG, Licheng**); 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。程孝奇 (**CHENG, Xiaoqi**); 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。张声

陆 (**ZHANG, Shenglu**); 中国广东省东莞市长安镇维沃路 1 号, Guangdong 523863 (CN)。

(74) 代理人: 北京银龙知识产权代理有限公司 (**DRAGON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM**); 中国北京市海淀区西直门北大街 32 号院枫蓝国际中心 2 号楼 10 层, Beijing 100082 (CN)。

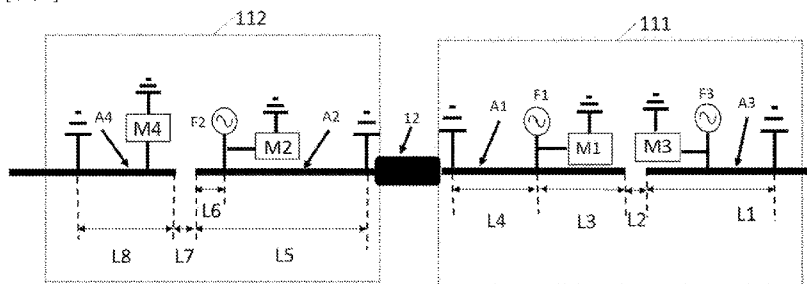
(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) Title: FOLDABLE ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 可折叠电子设备

[图 1]



(57) Abstract: The present application relates to the technical field of communications, and provides a foldable electronic device. An antenna structure of the foldable electronic device (10) comprises a first antenna (A1), a second antenna (A2), a first feed source (F1), a second feed source (F2), and a first matching circuit (M1); the first antenna (A1) is arranged on a frame of a primary screen (111) of a folding screen (11), the second antenna (A2) is arranged on a frame of a secondary screen (112) of the folding screen (11), the first antenna (A1) and the second antenna (A2) are both connected to a hinge member (12), and the hinge member (12) is arranged between the primary screen (111) and the secondary screen (112); the first feed source (F1) is connected to a second position on the first antenna (A1) distant from the second antenna (A2), and the first matching circuit (M1) has one end connected to the second position and the other end grounded; the second feed source (F2) is connected to the second antenna (A2); a tuning branch in the first matching circuit (M1) is used for tuning the resonant frequency band of the first antenna (A1) so that currents generated by the first antenna (A1) and the second antenna (A2) in an unfolded state are in the same direction, and another tuning branch is used for tuning the resonant frequency band of the first antenna (A1) so that currents generated by the first antenna (A1) and the second antenna (A2) in a folded state are in the same direction.

NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

(57) 摘要: 本申请提供了一种可折叠电子设备, 属于通信技术领域。可折叠电子设备(10)的天线结构包括: 第一天线(A1)、第二天线(A2)、第一馈源(F1)、第二馈源(F2)和第一匹配电路(M1); 第一天线(A1)设置在折叠屏(11)的主屏幕(111)的边框, 第二天线(A2)设置在折叠屏(11)的副屏幕(112)的边框, 第一天线(A1)与第二天线(A2)均与铰接件(12)连接, 铰接件(12)设置在主屏幕(111)与副屏幕(112)之间; 第一馈源(F1)与第一天线(A1)上远离第二天线(A2)的第二位置连接, 第一匹配电路(M1)的一端与第二位置连接, 另一端接地; 第二馈源(F2)与第二天线(A2)连接; 第一匹配电路(M1)中一个调谐支路用于调谐第一天线(A1)的谐振频段, 使得展开状态下第一天线(A1)与第二天线(A2)产生的电流同向, 另一个调谐支路用于调谐第一天线(A1)的谐振频段, 使得折叠状态下第一天线(A1)与第二天线(A2)产生的电流同向。

说明书

发明名称: 可折叠电子设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请主张在2023年03月31日在中国提交的中国专利申请No.202310338055.2的
优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

[0003] 本申请属于通信技术领域，具体涉及一种可折叠电子设备。

背景技术

[0004] 现有折叠屏电子设备中的天线设计方案，通常是将天线设计在主机身，在副机身加开关进行调谐，但是这不能彻底解决主机身布局空间不足的问题，而在副机身布局天线则面临很多挑战，如电子设备在折叠后的天线效率下降，天线之间的隔离度变差等问题，对此目前没有很好的解决方案。

[0005] 发明内容

[0006] 本申请实施例的目的是提供一种可折叠电子设备，能够解决现有折叠屏电子设备的天线效率较差的问题。

[0007] 第一方面，本申请实施例提供了一种可折叠电子设备，包括折叠屏和天线结构，所述天线结构包括：第一天线、第二天线、第一馈源、第二馈源和第一匹配电路；

[0008] 其中，所述第一天线设置在所述折叠屏的主屏幕的边框，所述第二天线设置在所述折叠屏的副屏幕的边框，所述第一天线与所述第二天线均与铰接件连接，所述铰接件设置在所述主屏幕与所述副屏幕之间；

[0009] 所述第一天线上靠近所述第二天线的第一位置接地；

[0010] 所述第一馈源与所述第一天线上远离所述第二天线的第二位置连接，所述第一匹配电路的一端与所述第二位置连接，另一端接地；

[0011] 所述第二馈源与所述第二天线连接，所述第二天线上靠近所述第一天线的第三位置接地；

[0012] 所述第一天线与所述第二天线工作在不同频段，所述第一匹配电路包括两个调谐支路，其中一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第一频段，使得在所述折叠屏处于展开状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，另一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第二频段，使得在所述折叠屏处于折叠状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，所述第一频段低于所述第二天线的工作频段，所述第二频段高于所述第二天线的工作频段。

[0013] 在本申请实施例中，可折叠电子设备包括折叠屏和天线结构，该天线结构包括：第一天线、第二天线、第一馈源、第二馈源和第一匹配电路；其中，所述第一天线设置在所述折叠屏的主屏幕的边框，所述第二天线设置在所述折叠屏的副屏幕的边框，所述第一天线与所述第二天线均与铰接件连接，所述铰接件设置在所述主屏幕与所述副屏幕之间；所述第一天线上靠近所述第二天线的第二位置接地；所述第一馈源与所述第一天线上远离所述第二天线的第二位置连接，所述第一匹配电路的一端与所述第二位置连接，另一端接地；所述第二馈源与所述第二天线连接，所述第二天线上靠近所述第一天线的第三位置接地；所述第一天线与所述第二天线工作在不同频段，所述第一匹配电路包括两个调谐支路，其中一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第一频段，使得在所述折叠屏处于展开状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，另一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第二频段，使得在所述折叠屏处于折叠状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，所述第一频段低于所述第二天线的工作频段，所述第二频段高于所述第二天线的工作频段。这样，通过在可折叠电子设备主屏幕的天线上布设包括两个调谐支路第一匹配电路，不仅能够在电子设备展开时，通过一调谐支路调谐第一天线的谐振频段使得第一天线与第二天线产生同向电流，提升展开态下的天线效率，还能够在电子设备折叠时，通过另一调谐支路调谐第一天线的谐振频段，以改变第一天线在第二天线的工作频段内产生的寄生谐振电流的相位，使其与第二天线产生的电流同向，进而增大天线辐射口径效率，提升折叠态下的天线效率。

附图说明

- [0014] 图1是本申请实施例提供的可折叠电子设备的天线结构示意图之一；
- [0015] 图2是本申请实施例提供的可折叠电子设备在展开状态时的天线结构示意图；
- [0016] 图3是本申请实施例提供的可折叠电子设备在折叠状态时的天线结构示意图；
- [0017] 图4是本申请实施例提供的天线结构中第一匹配电路M1的电路结构示意图；
- [0018] 图5a ~ 图5c是本申请实施例提供的展开状态下各天线的电流分布示意图；
- [0019] 图6a ~ 图6c是本申请实施例提供的天线结构中各匹配电路的电路结构示意图；
- [0020] 图7a ~ 图7c是本申请实施例提供的展开状态下各天线的史密斯圆图；
- [0021] 图7d是本申请实施例提供的展开状态下各天线的隔离度的示意图；
- [0022] 图8a ~ 图8c是本申请实施例提供的展开状态下各天线的效率图；
- [0023] 图9a ~ 图9c是本申请实施例提供的折叠状态下各天线电流分布示意图；
- [0024] 图10a ~ 图10c是本申请实施例提供的折叠状态下各天线的史密斯圆图；
- [0025] 图11是本申请实施例提供的折叠状态下各天线的隔离度的示意图；
- [0026] 图12a ~ 图12c是本申请实施例提供的折叠状态下各天线的效率图；
- [0027] 图13a ~ 图13c是本申请实施例提供的GPSL5天线效率提升原理简化示意图；
- [0028] 图14a和图14b是本申请实施例提供的偶极子天线在不同状态下的电流分布示意图；
- [0029] 图15是本申请实施例提供的折叠状态下主副屏幕天线的频偏差随频率比的变化示意图；
- [0030] 图16a ~ 图16c是本申请实施例提供的各天线在展开状态和折叠状态下的频偏示意图；
- [0031] 图17是本申请实施例提供的展开状态下第二天线的史密斯圆图；
- [0032] 图18a和图18b是本申请实施例提供的第二天线分别在展开状态和折叠状态下的效率图。

具体实施方式

- [0033] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。

基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0034] 本申请的说明书和权利要求书中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不适用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施，且“第一”、“第二”等所区分的对象通常为一类，并不限定对象的个数，例如第一对象可以是一个，也可以是多个。此外，说明书以及权利要求中“和/或”表示所连接对象的至少其中之一，字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

[0035] 下面结合附图，通过具体的实施例及其应用场景对本申请实施例提供的天线结构进行详细地说明。

[0036] 请参见图1、图2和图3，图1为本申请实施例提供的可折叠电子设备的天线结构示意图，图2和图3为本申请实施例提供的天线结构在可折叠电子设备中的结构示意图，如图所示，该可折叠电子设备10包括折叠屏11和天线结构，所述天线结构包括：第一天线A1、第二天线A2、第一馈源F1、第二馈源F2和第一匹配电路M1；

[0037] 其中，所述第一天线A1设置在所述折叠屏11的主屏幕111的边框，所述第二天线A2设置在所述折叠屏的副屏幕112的边框，所述第一天线A1与所述第二天线A2均与铰接件12连接，所述铰接件12设置在所述主屏幕111与所述副屏幕112之间；

[0038] 所述第一天线A1上靠近所述第二天线A2的第一位置接地；

[0039] 所述第一馈源F1与所述第一天线A1上远离所述第二天线A2的第二位置连接，所述第一匹配电路M1的一端与所述第二位置连接，另一端接地；

[0040] 所述第二馈源F2与所述第二天线A2连接，所述第二天线A2上靠近所述第一天线A1的第三位置接地；

[0041] 所述第一天线A1与所述第二天线A2工作在不同频段，所述第一匹配电路M1包括两个调谐支路，其中一个调谐支路用于调谐所述第一天线A1的谐振频段为第一频段，使得在所述折叠屏11处于展开状态下时所述第一天线A1产生的寄生电流与所述第二天线A2产生的电流同向，另一个调谐支路用于调谐所述第一天线

A1的谐振频段为第二频段，使得在所述折叠屏11处于折叠状态下时所述第一天线A1产生的寄生电流与所述第二天线A2产生的电流同向，所述第一频段低于所述第二天线A2的工作频段，所述第二频段高于所述第二天线A2的工作频段。

[0042] 上述第一天线A1和第二天线A2可以是金属边框天线，作为天线的辐射本体。如图2和图3所示，所述第一天线A1设置在可折叠电子设备10的主屏幕111的边框1111，所述第二天线A2则设置在可折叠电子设备10的副屏幕112的边框1121，且所述第一天线A1与所述第二天线A2均与铰接件12连接，所述第一天线A1和所述第二天线A2上均连接有馈源，且都设有下地点，即所述第一天线A1与所述第二天线A2可以并排设置在铰接件12的两侧，构成偶极倒F天线(Inverted-F antenna, IFA)。其中，所述铰接件12可以是折叠屏中的铰链，是用于将大屏幕进行折叠或者展开支撑用的关键零件，也是将主屏幕金属中框和副屏幕金属中框连接一起的关键零件。

[0043] 如图1所示，所述第一天线A1上靠近所述第二天线A2的第一位置接地，所述第二天线A2上靠近所述第一天线A1的第三位置接地，即所述第一天线A1和所述第二天线A2上均设有天线接地，用于将可折叠电子设备10外侧的中框天线连接可折叠电子设备10内部的中框地上。

[0044] 所述第一天线A1上远离所述第二天线A2的第二位置连接有第一馈源F1，所述第一馈源F1为天线馈电，用于将可折叠电子设备10的射频功率信号传递到所述第一天线A1本体上。

[0045] 所述第二天线A2上连接有第二馈源F2，所述第二馈源F2为天线馈电，用于将可折叠电子设备10的射频功率信号传递到所述第二天线A2本体上。

[0046] 所述第一天线A1上所述第二位置处还连接有第一匹配电路M1，且所述第一匹配电路M1包括两个调谐支路，分别用于在可折叠电子设备10的展开状态和折叠状态下调谐所述第一天线A1的谐振频率。具体地，其中一调谐支路用于在可折叠电子设备10处于展开状态时，调谐所述第一天线A1的谐振频率，将所述第一天线A1的寄生谐振频率拉到比所述第二天线A2的工作频段的中心频率还低的频点，即使所述第一天线A1的寄生谐振频段比所述第二天线A2的工作频段低，使得所述第一天线A1在所述第二天线A2的工作频段内产生的寄生电流与所述第二

天线A2产生的电流同向，形成同向偶极电流，以此来提高所述第二天线A2在展开态的效率；另一调谐支路则用于在可折叠电子设备10处于折叠状态时，调谐所述第一天线A1的谐振频率，将所述第一天线A1的寄生谐振频率拉到比所述第二天线A2的工作频段的中心频率还高的频点，即使所述第一天线A1的寄生谐振频段比所述第二天线A2的工作频段高，使得所述第一天线A1在所述第二天线A2的工作频段内产生的寄生谐振电流反向180度，进而使其与所述第二天线A2的电流同向，形成同向偶极电流，以此来提高所述第二天线A2在折叠态的效率。

[0047] 本实施例中，可以设计所述第一天线A1和所述第二天线A2分别工作在不同的频段，例如，所述第一天线A1可以工作在稍高的频段，如N78频段、WIFI2.4G频段、中高频段(Middle High Band, MHB)等，所述第二天线A2则可以工作在较低频段，如GPSL5频段。GPS是指全球定位系统(Global Positioning System)。

[0048] 具体地，在可折叠电子设备10处于折叠状态时，副屏幕112上所述第二天线A2在折叠态下的电流和图5c所示展开态的电流方向一致。所述第一天线A1在所述第二天线A2的工作频段如GPSL5频段等效于开路或者小电容下地，主屏幕111上所述第一天线A1的谐振频率将移到1.27GHz附近，如图10c所示的折叠态GPSL5的史密斯圆图。此时所述第一天线A1的谐振电流的相位在GPSL5频段内转向180°，其电流方向如图9c的电流6(I6)所示，从而在GPSL5频段内，所述第一天线A1的寄生谐振电流6(I6)和所述第二天线A2在GPSL5的电流5(I5)同向，进而增大天线辐射口径效率，对折叠态后所述第二天线A2工作在GPSL5频段的效率提升约1.5dB，如图12c所示的GPSL5的折叠态效率。

[0049] 在可折叠电子设备10处于展开状态时，对所述第二天线A2的工作频段如GPSL5频段来说相当于新增加一个寄生辅助谐振，如图7c所示，可将该谐振拉到比GPSL5还低的频点1.12GHz附近，如图8c所示，对展开态于GPSL5频段的效率可提升1dB ~ 1.5dB。

[0050] 可选地，所述天线结构还包括第三天线A3和第四天线A4；

[0051] 其中，所述第三天线A3设置在所述主屏幕111的边框，且与所述第一天线A1之间具有间隙；所述第四天线A4设置在所述副屏幕112的边框，且与所述第二天线A2之间具有间隙；

- [0052] 所述第三天线A3上远离所述第一天线A1的第四位置接地；
- [0053] 所述第四天线A4上远离所述第三天线A3的第五位置接地。
- [0054] 一种实施方式中，可在可折叠电子设备10的主屏幕111和副屏幕112分别布设多根天线，以获得更多天线工作模式。具体地，还可在所述主屏幕111的边框于所述第一天线A1的旁侧并排布置第三天线A3，以及在所述副屏幕112的边框于所述第二天线A2的旁侧并排布置第四天线A4，且所述第三天线A3与所述第一天线A1之间具有间隙，所述第四天线A4与所述第二天线A2之间具有间隙，所述第三天线A3和所述第四天线A4上均设有天线接地位。
- [0055] 该实施方式中，可以设计所述第三天线A3工作在与所述第一天线A1和所述第二天线A2不同的频段，如GPS L1频段。所述第四天线A4则设计为寄生枝节，在展开态上无实际作用，在折叠态下产生高次谐波和反向寄生电流，通过调谐匹配电路降低对所述第一天线A1的效率影响。
- [0056] 可选地，所述第一匹配电路M1包括并联的第一支路、第二支路和第三支路，所述第一支路包括串联的第一电容 C_1 和第一电感 L_1 ，所述第二支路包括串联的第二电感 L_2 和第一开关 S_1 ，所述第三支路包括串联的第二电容 C_2 和第二开关 S_2 ；
- [0057] 在所述折叠屏11处于展开状态时，所述第一开关 S_1 处于断开状态，所述第二开关 S_2 处于闭合态，所述第一天线A1的谐振频段被调谐为第一频段，使得所述展开状态下所述第一天线A1产生的寄生电流与所述第二天线A2产生的电流同向；在所述折叠屏11处于折叠状态时，所述第一开关 S_1 处于闭合状态，所述第二开关 S_2 处于断开状态，所述第一天线A1的谐振频段被调谐为第二频段，使得所述折叠状态下所述第一天线A1产生的寄生电流与所述第二天线A2产生的电流同向。
- [0058] 一种实施方式中，所述第一匹配电路M1可以如图4所示，即包括三个并联支路，分别为电容电感串联支路、开关控制的电感支路和开关控制的电容支路，其中，所述第一支路也即电容电感串联支路和所述第二支路也即开关控制的电感支路组成一调谐支路，用于折叠态下对所述第一天线A1进行调谐，所述第一支路也即电容电感串联支路和所述第三支路也即开关控制的电容支路组成另一调谐支路，用于展开态下对所述第一天线A1进行调谐，这样，可以根据可折叠

电子设备10的折叠屏11所处的不同状态，来控制支路开关的通断，从而切换不同的调谐支路来保证天线工作效率。

[0059] 具体地，在所述折叠屏11处于展开状态时，可以控制所述第二支路的第一开关 S_1 处于断开状态，所述第三支路的第二开关 S_2 处于连通状态，使得该状态下对所述第二天线A2的工作频段(如GPSL5频段)来说相当于新增加一个寄生辅助谐振，如图7c所示，可将该谐振拉到比GPSL5还低的频点1.12GHz附近，如图8c所示，对展开态于GPSL5频段的效率可提升1dB ~ 1.5dB。

[0060] 在所述折叠屏11处于折叠状态时，可以控制所述第二支路的第一开关 S_1 处于连通状态，所述第三支路的第二开关 S_2 处于断开状态，来提升折叠态下所述第二天线A2在GPSL5频段的效率。从图9c所示，副屏幕112上所述第二天线A2的GPSL5在折叠态下的电流和图5c所示展开态的电流方向一致，但是此时所述第一匹配电路M1需要切换成第一开关为连通状态，第二开关为断开状态。所述第一天线A1在所述第二天线A2的工作频段如GPSL5频段等效于开路或者小电容下地，主屏幕111上所述第一天线A1的谐振频率将移到1.27GHz附近，如图10c所示的折叠态GPSL5的史密斯圆图。此时所述第一天线A1的谐振电流的相位在GPSL5频段内转向 180° ，其电流方向如图9c的电流6(I6)所示，从而在GPSL5频段内，所述第一天线A1的寄生谐振电流6(I6)和所述第二天线A2在GPSL5的电流5(I5)同向，进而增大天线辐射口径效率，对折叠态后所述第二天线A2工作在GPSL5频段的效率提升约1.5dB，如图12c所示的GPSL5的折叠态效率。

[0061] 这样，该实施方式中，通过根据电子设备折叠状态，切换所述第一天线A1上的匹配电路的接入支路，既可提升所述天线结构在展开状态下的天线效率，以及优化天线间隔度，还可提升所述天线结构在折叠状态下的天线效率。

[0062] 需说明的是，一种实施方式中，为了仅保证折叠态下的天线效率，所述第一匹配电路M1可以仅包括第一支路和第二支路，在可折叠电子设备10处于展开态下，所述第一天线A1的寄生电流和所述第二天线A2在GPSL5的电流相反，降低了展开态的所述第二天线A2在GPSL5的效率。但是该实施方式下的第二电感相比所述第一匹配电路M1还包括第三支路情况下的电感更小，在可折叠电子设备10的折叠状态下，所述第一天线A1的寄生电流谐振频点移到1.33GHz ~ 1.38GHz

z, 如图17所示。展开态的GPSL5的效率相比原始的无寄生谐振的效率会降低0.5dB, 如图18a所示, 折叠态的GPSL5效率则与所述第一匹配电路M1还包括第三支路的情况相当, 如图18b所示。即改进后的GPSL5折叠态效率也能提升1dB, 而且能够省去所述第一匹配电路M1中增设天线开关的成本。

[0063] 可选地, 天线长度L1、天线间隙长度L2与天线长度L3的长度和等于所述第一天线A1的第一工作频段的二分之一波长, 所述第一工作频段包括WIFI2.4G频段;

[0064] 天线长度L5等于所述第二天线A2的工作频段的四分之一波长, 所述第二天线A2的工作频段包括GPSL5频段;

[0065] 其中, L1为所述第三天线A3靠近所述第一天线A1的端点到所述第四位置的长度, L2为所述第一天线与所述第三天线之间的间隙长度, L3为所述第一天线A1远离所述第二天线A2的端点到所述第二位置的长度, L5为所述第二天线A2远离所述第一天线A1的端点到所述第三位置的长度。

[0066] 一种实施方式中, 可以设计所述第一天线A1工作在WIFI2.4G频段, 所述第二天线A2工作在GPSL5频段, 因此可以合理设计所述第一天线A1、所述第二天线A2和所述第三天线A3上的天线长度, 以及所述第一天线A1与所述第三天线A3之间的间隙长度。当然所述第一天线A1还可以工作在其他频段。

[0067] 具体地, 如图1所示, 所述第三天线A3上的天线长度L1为下地点到靠近所述第一天线A1的端点之间的长度, L2为所述第一天线A1与所述第三天线A3之间的间隙, 所述第一天线A1上的天线长度L3为靠近所述第三天线A3的端点到馈电点之间的长度。为使所述第一天线A1能够工作在WIFI2.4G频段, 可以设计L1+L2+L3的长度等于所述第一天线A1的谐振频段即WIFI2.4G频段的二分之一波长。

[0068] 所述第二天线A2上的天线长度L5为远离所述第一天线A1的端点到下地点之间的长度。为使所述第二天线A2能够工作在GPSL5频段, 可以设计L5的长度等于所述第二天线A2的谐振频段即GPSL5频段的四分之一波长。

[0069] 这样, 通过合理设计各天线长度, 可以确保主屏幕天线能够工作在WIFI2.4G频段, 副屏幕天线工作在GPSL5频段, 从而能够使主副屏幕的天线频段的频率比为1.9左右, 以减少折叠后两个对应天线枝节频段的频偏问题。

- [0070] 可选地，天线长度L3与天线长度L4的长度和等于所述第一天线A1的第二工作频段四分之一波长，所述第二工作频段包括中高频段(Middle high band, MHB)；
- [0071] 天线长度L5等于所述第二天线A2的工作频段四分之一波长，所述第二天线A2的工作频段包括GPSL5频段；
- [0072] 其中，L3为所述第一天线A1远离所述第二天线A2的端点到所述第二位置的长度，L4为所述第二位置到所述第一位置的长度，L5为所述第二天线A2远离所述第一天线A1的端点到所述第三位置的长度。
- [0073] 一种实施方式中，可以设计所述第一天线A1还可工作在MHB频段，所述第二天线A2工作在GPSL5频段，因此可以合理设计所述第一天线A1和所述第二天线A2上的天线长度。
- [0074] 具体地，如图1所示，所述第一天线A1上的天线长度L3为靠近所述第三天线A3的端点到馈电点之间的长度，所述第一天线A1上的天线长度L4为馈电点到下地点之间的长度。为使所述第一天线A1能够工作在MHB频段，如B1、B3和B39频段，可以设计L3+L4的长度等于所述第一天线A1的谐振频段(如B1、B3和B39频段中的最高频段)的四分之一波长。
- [0075] 所述第二天线A2上的天线长度L5为远离所述第一天线A1的端点到下地点之间的长度。为使所述第二天线A2能够工作在GPSL5频段，可以设计L5的长度等于所述第二天线A2的谐振频段即GPSL5频段四分之一波长。
- [0076] 这样，通过合理设计各天线长度，可以确保主屏幕天线还能够工作在MHB频段，副屏幕天线工作在GPSL5频段，从而能够使主副屏幕的天线频段的频率比为1.9左右，以减少折叠后两个对应天线枝节频段的频偏问题。
- [0077] 可选地，天线长度L3等于所述第一天线A1的第三工作频段四分之一波长，所述第三工作频段包括N78频段；
- [0078] 天线长度L5等于所述第二天线A2的工作频段四分之一波长，所述第二天线A2的工作频段包括GPSL5频段；
- [0079] 其中，L3为所述第一天线A1远离所述第二天线A2的端点到所述第二位置的长度，L5为所述第二天线A2远离所述第一天线A1的端点到所述第三位置的长度。

- [0080] 一种实施方式中，可以设计所述第一天线A1还可工作在N78频段，所述第二天线A2工作在GPSL5频段，因此可以合理设计所述第一天线A1和所述第二天线A2的天线长度。
- [0081] 具体地，如图1所示，所述第一天线A1上的天线长度L3为靠近所述第三天线A3的端点到馈电点之间的长度。为使所述第一天线A1能够工作在N78频段，可以设计L3的长度等于所述第一天线A1的谐振频段即N78频段的四分之一波长。
- [0082] 所述第二天线A2上的天线长度L5为远离所述第一天线A1的端点到下地点之间的长度。为使所述第二天线A2能够工作在GPSL5频段，可以设计L5的长度等于所述第二天线A2的谐振频段即GPSL5频段的四分之一波长。
- [0083] 这样，通过合理设计各天线长度，可以确保主屏幕天线还能够工作在N78频段，副屏幕天线工作在GPSL5频段，从而能够使主副屏幕的天线频段的频率比为1.9左右，以减少折叠后两个对应天线枝节频段的频偏问题。
- [0084] 也就是说，一种实施方式中，通过合理设计各天线长度L1、L2、L3和L4，可以使所述第一天线A1同时工作在N78、WIFI2.4G和MHB频段等中的一个或多个频段。
- [0085] 可选地，天线长度L1等于所述第三天线A3的工作频段的四分之一波长，所述第三天线A3的工作频段包括GPSL1频段；
- [0086] 其中，L1为所述第三天线A3靠近所述第一天线A1的端点到所述第四位置的长度。
- [0087] 一种实施方式中，可以设计所述第三天线A3工作在GPSL1频段，因此可以合理设计所述第三天线A3的天线长度。
- [0088] 具体地，如图1所示，所述第三天线A3上的天线长度L1为靠近所述第一天线A1的端点到下地点之间的长度。为使所述第三天线A3能够工作在GPSL1频段，可以设计L1的长度等于所述第三天线A3的谐振频段即GPSL1频段的四分之一波长。
- [0089] 这样，通过合理设计各天线长度，可以确保所述天线结构能够工作在GPSL1频段，以满足所述电子设备在GPSL1频段的使用需求。

- [0090] 需说明的是，通过对所述第一天线A1、所述第二天线A2和所述第三天线A3的工作频段进行合理规划布局，将靠近铰链一侧的主屏第一天线A1设计成频率比较高的频段，如MHB频段和N78频段，或者加WIFI2.4G/5G频段等，靠近铰链一侧的副屏寄生第二天线A2设计成频率比较低的频段，如GPSL5频段或者低频LB频段，使两者频率比为1.9，如图15所示，来减少折叠后两个对应天线枝节频段的频偏问题。因为在折叠屏上采用上述频段方案布局，所以不仅第一天线A1的MHB频段只频偏30MHz~40MHz以内，如图16a所示，而且将第二天线A2的GPSL5频段在展开态和折叠态之间的原始频偏控制在25MHz以内，如图16b所示。合理的频段方案布局再加上应用偶极IFA天线的匹配和方案设计，匹配后的GPSL5频段在展开态和折叠态后的频偏能更进一步缩小到5M以内，如图16c所示。
- [0091] 也就是说，通过合理设计各天线L1、L2、L3、L4和L5的长度，可以使所述第一天线A1同时工作在N78、WIFI2.4G和MHB频段，使所述第二天线A2工作在GPSL5频段，使所述第三天线A3工作在GPSL1频段，从而不仅能够丰富所述天线结构的工作频段，而且能够极大减少电子设备折叠后两个对应天线枝节频段的频偏问题。
- [0092] 可选地，所述天线结构还包括第二匹配电路M2；
- [0093] 所述第二馈源F2与所述第二天线A2上远离所述第一天线A1的第六位置连接，所述第二匹配电路M2的一端与所述第六位置连接，另一端接地；
- [0094] 所述第二匹配电路M2包括串联的第三电感和第三电容。
- [0095] 一种实施方式中，可在所述第二天线A2上设置馈电点和LC匹配电路，用于降低所述第二天线A2对所述第一天线A1的影响。LC匹配电路中的L表示电感，C表示电容。具体地，如图1所示，所述第二天线A2上远离所述第一天线A1的第六位置连接第二馈源F2和第二匹配电路M2，如图6a所示，所述第二匹配电路M2为第三电感L₃和第三电容C₃串联的LC串联电路。
- [0096] 可折叠电子设备10在折叠状态下，图9a所示的第二天线A2枝节在第一天线A1的N78频带内感应出了一个高次谐波即寄生枝节电流9(I₉)，和折叠态下第一天线A1的N78频段产生的电流10(I₁₀)相反，因此可采用第二匹配电路M2的复杂LC匹配

将寄生电流的杂波调出带外。通过所述第二匹配电路M2中的LC匹配，在GPSL5频段内等效于电容，在N78频段内等效于大电容或者0欧姆，除了对GPSL5起阻抗匹配作用，在折叠态时可用将来将反向左半边的寄生枝节电流 I_9 的谐振频率移到比3.3GHz还低的频率，以减少其寄生电流对第一天线A1在N78频段的影响。综上所述的调试方式，所述第一天线A1的史密斯圆图如图10a所示，其折叠态效率如图12a所示。

[0097] 这样，通过在第二天线A2上设置第二匹配电路M2，可在折叠态下极大减少所述第二天线A2对所述第一天线A1的影响，以此提高所述第一天线A1的效率。

[0098] 可选地，所述天线结构还包括第三馈源F3和第三匹配电路M3；

[0099] 所述第三馈源F3与所述第三天线A3上靠近所述第一天线A1的第七位置连接，所述第三匹配电路M3的一端与所述第七位置连接，另一端接地；

[0100] 所述第三匹配电路M3包括串联的第四电感和第四电容。

[0101] 一种实施方式中，可在所述第三天线A3上设置馈电点和LC匹配电路，用于解决对口天即所述第三天线A3和所述第一天线A1之间在高频段(High Band, HB)的隔离度问题。具体地，如图1所示，所述第三天线A3上靠近所述第一天线A1的第七位置连接第三馈源F3和第三匹配电路M3，如图6b所示，所述第三匹配电路M3为第四电感 L_4 和第四电容 C_4 串联的LC串联电路。

[0102] 如图1所示，所述第三天线A3和所述第一天线A1为断缝两边对口天线，因为中间无下地，所以一般隔离度较差。图6b所示的第三匹配电路M3为电感L和电容C的串联谐振下地电路，其在所述第一天线A1的HB频段内等效于0欧姆下地，在GPSL1频段内等效于电容下地，从而不仅可解决所述第三天线A3和所述第一天线A1之间在HB的隔离度问题，如图7d所示，优化后的隔离度最差为-18dB，可满足射频隔离度要求，而且还可以通过调整所述第三匹配电路M3的谐振位置来控制所述第一天线A1在HB频段的效率峰值位置。其中，所述第一天线A1的HB的电流实际为图5a所示的对口同向半波模态。

[0103] 这样，通过在第三天线A3上设置第三匹配电路M3，可解决所述第三天线A3和所述第一天线A1之间在HB的隔离度问题，还可通过调整所述第三匹配电路M3的谐振位置来提高所述第一天线A1的效率。

- [0104] 可选地，所述天线结构还包括第四匹配电路M4；
- [0105] 所述第四匹配电路M4的一端与所述第四天线A4上靠近所述第二天线A2的第八位置连接，另一端接地；
- [0106] 所述第四匹配电路M4包括并联的第四支路和第五支路，所述第四支路包括串联的第五电感和第五电容，所述第五支路包括第六电感。
- [0107] 一种实施方式中，可在所述第四天线A4上设置LC匹配电路，用于减少所述第四天线A4对所述第一天线A1的效率影响。具体地，如图1所示，所述第四天线A4上靠近所述第二天线A2的第八位置连接第四匹配电路M4，如图6c所示，所述第四匹配电路M4为LC串并联电路，具体为第五电感 L_5 与第五电容 C_5 串联，再与第六电感 L_6 并联。
- [0108] 在可折叠电子设备10处于折叠状态下，如图9a所示，所述第一天线A1在折叠态的电流模态和图5a所示展开的电流模态一致，但是可折叠电子设备10折叠后副屏幕112和主屏幕111的间距十分近，由于感应电流原理，无源枝节越靠近有源枝节，其本身会被激励起很强的感应谐振电流(类似于现在常规电子设备设计中的馈电枝节可以激励起对口无源寄生枝节的电流)。此时所述第四天线A4枝节在所述第一天线A1的HB频段附近产生了超过一个本身谐振的高次谐波，即反向的寄生枝节电流8(I8)，其右半边的寄生电流8与展开态的B40和B41频段的电流2(I2)相反。右半边的寄生电流8如果落在B40和B41频带内则会导致所述第一天线A1的效率降低，所以需要使所述第四匹配电路M4匹配在B40和B41频段时等效于0欧姆或者大电容下地，以将右半边的寄生电流8的谐振频率移到比2.7GHz更高的频率，减少其对所述第一天线A1的效率影响。
- [0109] 另外，从图9b所示，主屏幕111第三天线A3的GPSL1在折叠态下的电流和图5b所示展开态的电流方向一致，而副屏幕112寄生的电流模态通过所述第四匹配电路M4匹配在GPSL1等效于小电容，将其寄生谐振频率拉到1.75GHz附近，如图10b所示的折叠态GPSL1的史密斯圆图。1.75GHz处的寄生谐振电流和所述第三天线A3在GPSL1的电流3(I3)相反，但是在1.55GHz~1.65GHz频段内，所述第二天线A2的寄生谐振电流的相位刚好转向180°，如图9b的电流7(I7)所示，此时所述第二天线A2的寄生谐振电流7(I7)和所述第三天线A3在GPSL1的电流3(I3)同向，进

而可增大天线辐射口径效率，对折叠态后的GPSL1天线效率可提升1dB左右，如图12b所示的GPSL1的折叠态效率。所述第一天线A1、所述第二天线A2和所述第三天线A3在折叠态的隔离度如图11所示。

[0110] 这样，通过在第四天线A4上设置第四匹配电路M4，不仅可在折叠态下极大减少所述第四天线A4对所述第一天线A1的影响，以此提高所述第一天线A1的效率，还可提高所述第三天线A3的GPSL1的效率。

[0111] 本申请实施例中，通过各天线上的匹配电路，不仅解决对口天线第一天线A1和第三天线A3之间的隔离度问题，而且巧妙解决了主副屏之间展开和折叠状态下的第一天线A1、第二天线A2和第三天线A3间的互耦影响问题，保证了折叠和展开状态下的三个天线效率，使每个天线都处于性能最好状态。

[0112] 下面以所述第一天线A1工作在N78、WIFI2.4G和MHB频段(即B3、B39、B1、B40、WIFI2.4G和B41频段)，所述第二天线A2工作在GPSL5频段，所述第三天线A3工作在GPSL1频段为例，结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例作更进一步说明：

[0113] 如图1所示，所述天线结构具有天线长度L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7和L8，各天线长度根据各天线的工作频段进行合理设计。

[0114] 可折叠电子设备10在展开状态下，所述第一天线A1在B1、B3和B39频段为图5a中曲线1所示的倒F天线(Inverted-F Antenna, IFA)模态，该模态下产生电流1(I1)，由图1所示的L3+L4两者共同长度所决定，L3+L4的长度一般为其谐振频段四分之一波长；在B40、B41以及WIFI2.4G频段则处于图5a中曲线2所示的同向半波模态，由图1所示的L3+L2+L1的共同长度所决定，L3+L2+L1的长度一般为其谐振频段的二分之一波长；在N78频段是图5a中曲线3所示的单极子模态，也由图1所示的L3的长度所决定，L3的长度一般为其谐振频段四分之一波长。所述第一天线A1在展开态的史密斯圆图如图7a所示，其效率如图8a所示。

[0115] 所述第二天线A2工作在GPSL5频段，为图5c所示的IFA模态，由图1所示的L5长度所决定，L5的长度一般为其谐振频段四分之一波长。所述第二天线A2在展开态的史密斯圆图如图7c所示，其效率如图8c所示。

[0116] 所述第三天线A3工作在GPSL1频段，为图5b所示的IFA模态，由图1所示的L1长度所决定，L1的长度一般为其谐振频段的四分之一波长。所述第三天线A3在展开态的史密斯圆图如图7b所示，其效率如图8b所示。

[0117] 目前大多数折叠屏天线方案，在电子设备屏幕折叠后，通过调谐副屏的LC匹配，将LC匹配上的寄生枝节变成同向电流来提升效率，类似于本申请实施例中的GPSL1的副寄生枝节，然后这种方案一旦屏幕展开，基本无提升效果。然而，本申请实施例参考折叠偶极子的基础原理，对GPSL5采用了一种新的设计方式，即偶极IFA天线，不仅可以在折叠态中，提升GPSL5折叠态的效率，而且在可折叠电子设备10展开后也能进一步提升GPSL5展开态的效率。偶极IFA天线，其实就是两个IFA天线，通过铰链，并排放置在铰链的两侧。可折叠电子设备10在展开后，第一天线A1的第一匹配电路M1通过开关切通第一支路和第三支路，此状态可称为开关状态1，将所述第一天线A1本身的寄生谐振频点移到1.12GHz，在GPSL5带内形成图13a所示偶极IFA电流，如图5c所示，所述第二天线A2产生电流5(I5)，所述第一天线A1产生电流4(I4)，其原理和图14a所示展开的常规偶极子的另一侧地枝节的电流一样，形成同向电流提升效率。可折叠电子设备10在折叠后，所述第一天线A1的第一匹配电路M1如果还采用开关状态1，从原理上来说偶极IFA在折叠后的电流为图13b所示，和图14b的常规偶极子在折叠后的电流一样，此时电流相反，只会降低副屏的GPSL5天线的效率。本申请实施例中另避蹊径，通过所述第一天线A1的第一匹配电路M1的开关切通第一支路和第二支路，此状态可称为开关状态2，将所述第一天线A1本身的寄生谐振频点移到1.27GHz附近，使得 $f_0(1.27\text{GHz})$ 和 $f_1(\text{GPSL5的谐振频点}1.176\text{GHz})$ 的频率差 Δf 能够使GPSL5带内的电流相位 $\Delta \Phi$ 反向 180° ，形成如图13c所示折叠态下的偶极IFA天线的同向电流分布。此设计的优点是保证了GPSL5在两个屏幕夹角的极差环境下仍能达到把GPSL5设计到主屏天线的性能。其中 Δf 与 $\Delta \Phi$ 的关系如下公式所示：

$$\Delta \phi = \Delta \beta \times L$$

$$\Delta \beta = \frac{2\pi \times C_g}{\Delta f} = \frac{2\pi \times C_g}{f_0 - f_1}$$

[0118] 此外本申请实施例对于所述第一天线A1、所述第三天线A3以及所述第二天线A2的频段合理规划布局，靠近铰链一侧的主屏上第一天线A1设计成频率比较高的频段，如MHB和N78频段，或者加WIFI2.4G/5G频段等，靠近铰链一侧的副屏寄生天线即第二天线A2设计成频率比较低的频段，如GPSL5频段，两者频率比为1.9，如图15所示，来减少折叠后两个对应天线枝节频段的频偏问题。因为在折叠屏上采用本申请的频段方案布局，所以不仅所述第一天线A1的MHB频段只频偏30MHz~40MHz以内，如图16a所示，而且把所述第二天线A2的GPSL5展开和折叠之间的原始频偏控制在25MHz以内，如图16b所示。合理的频段方案布局再加上应用偶极IFA的匹配和方案设计，匹配后的GPSL5在展开态和折叠态的频偏能更进一步缩小到5M以内，如图16c所示。

[0119] 在本申请实施例中，可折叠电子设备包括折叠屏和天线结构，该天线结构包括：第一天线、第二天线、第一馈源、第二馈源和第一匹配电路；其中，所述第一天线设置在所述折叠屏的主屏幕的边框，所述第二天线设置在所述折叠屏的副屏幕的边框，所述第一天线与所述第二天线均与铰接件连接，所述铰接件设置在所述主屏幕与所述副屏幕之间；所述第一天线上靠近所述第二天线的第一位置接地；所述第一馈源与所述第一天线上远离所述第二天线的第二位置连接，所述第一匹配电路的一端与所述第二位置连接，另一端接地；所述第二馈源与所述第二天线连接，所述第二天线上靠近所述第一天线的第三位置接地；所述第一天线与所述第二天线工作在不同频段，所述第一匹配电路包括两个调谐支路，其中一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第一频段，使得在所述折叠屏处于展开状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，另一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第二频段，使得在所述折叠屏处于折叠状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，所述第一频段低于所述第二天线的工作频段，所述第二频段高于所述第二天线的工作频段。这样，通过在可折叠电子设备主屏幕的天线上布设包括两个调谐支路第一匹配电路，不仅能够在电子设备展开时，通过一调谐支路调谐第一天线的谐振频段使得第一天线与第二天线产生同向电流，提升展开态下的天线效率，还能够在电子设备折叠时，通过另一调谐支路

调谐第一天线的谐振频段，以改变第一天线在第二天线的工作频段内产生的寄生谐振电流的相位，使其与第二天线产生的电流同向，进而增大天线辐射口径效率，提升折叠态下的天线效率。

[0120] 需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

[0121] 上面结合附图对本申请的实施例进行了描述，但是本申请并不局限于上述的具体实施方式，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，而不是限制性的，本领域的普通技术人员在本申请的启示下，在不脱离本申请宗旨和权利要求所保护的范围情况下，还可做出很多形式，均属于本申请的保护之内。

权利要求书

[权利要求 1]

一种可折叠电子设备，包括折叠屏和天线结构，所述天线结构包括：第一天线、第二天线、第一馈源、第二馈源和第一匹配电路；其中，所述第一天线设置在所述折叠屏的主屏幕的边框，所述第二天线设置在所述折叠屏的副屏幕的边框，所述第一天线与所述第二天线均与铰接件连接，所述铰接件设置在所述主屏幕与所述副屏幕之间；

所述第一天线上靠近所述第二天线的第一位置接地；

所述第一馈源与所述第一天线上远离所述第二天线的第二位置连接，所述第一匹配电路的一端与所述第二位置连接，另一端接地；所述第二馈源与所述第二天线连接，所述第二天线上靠近所述第一天线的第三位置接地；

所述第一天线与所述第二天线工作在不同频段，所述第一匹配电路包括两个调谐支路，其中一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第一频段，使得在所述折叠屏处于展开状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，另一个调谐支路用于调谐所述第一天线的谐振频段为第二频段，使得在所述折叠屏处于折叠状态下时所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向，所述第一频段低于所述第二天线的工作频段，所述第二频段高于所述第二天线的工作频段。

[权利要求 2]

根据权利要求1所述的可折叠电子设备，其中，所述天线结构还包括第三天线和第四天线；

其中，所述第三天线设置在所述主屏幕的边框，且与所述第一天线之间具有间隙；所述第四天线设置在所述副屏幕的边框，且与所述第二天线之间具有间隙；

所述第三天线上远离所述第一天线的第四位置接地；

所述第四天线上远离所述第三天线的第五位置接地。

- [权利要求 3] 根据权利要求1或2所述的可折叠电子设备，其中，所述第一匹配电路包括并联的第一支路、第二支路和第三支路，所述第一支路包括串联的第一电容和第一电感，所述第二支路包括串联的第二电感和第一开关，所述第三支路包括串联的第二电容和第二开关；
在所述折叠屏处于展开状态时，所述第一开关处于断开状态，所述第二开关处于闭合态，所述第一天线的谐振频段被调谐为第一频段，使得所述展开状态下所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向；在所述折叠屏处于折叠状态时，所述第一开关处于闭合状态，所述第二开关处于断开状态，所述第一天线的谐振频段被调谐为第二频段，使得所述折叠状态下所述第一天线产生的寄生电流与所述第二天线产生的电流同向。
- [权利要求 4] 根据权利要求1或2所述的可折叠电子设备，其中，所述天线结构还包括第二匹配电路；
所述第二馈源与所述第二天线上远离所述第一天线的第六位置连接，所述第二匹配电路的一端与所述第六位置连接，另一端接地；
所述第二匹配电路包括串联的第三电感和第三电容。
- [权利要求 5] 根据权利要求2所述的可折叠电子设备，其中，所述天线结构还包括第三馈源和第三匹配电路；
所述第三馈源与所述第三天线上靠近所述第一天线的第七位置连接，所述第三匹配电路的一端与所述第七位置连接，另一端接地；
所述第三匹配电路包括串联的第四电感和第四电容。
- [权利要求 6] 根据权利要求2所述的可折叠电子设备，其中，所述天线结构还包括第四匹配电路；
所述第四匹配电路的一端与所述第四天线上靠近所述第二天线的第八位置连接，另一端接地；
所述第四匹配电路包括并联的第四支路和第五支路，所述第四支路包括串联的第五电感和第五电容，所述第五支路包括第六电感。

[权利要求 7]

根据权利要求2所述的可折叠电子设备，其中，天线长度L1、天线间隙长度L2与天线长度L3的长度和等于所述第一天线的第一工作频段的二分之一波长，所述第一工作频段包括WIFI2.4G频段；
天线长度L5等于所述第二天线的工作频段的四分之一波长，所述第二天线的工作频段包括GPSL5频段；
其中，L1为所述第三天线靠近所述第一天线的端点到所述第四位置的长度，L2为所述第一天线与所述第三天线之间的间隙长度，L3为所述第一天线远离所述第二天线的端点到所述第二位置的长度，L5为所述第二天线远离所述第一天线的端点到所述第三位置的长度。

[权利要求 8]

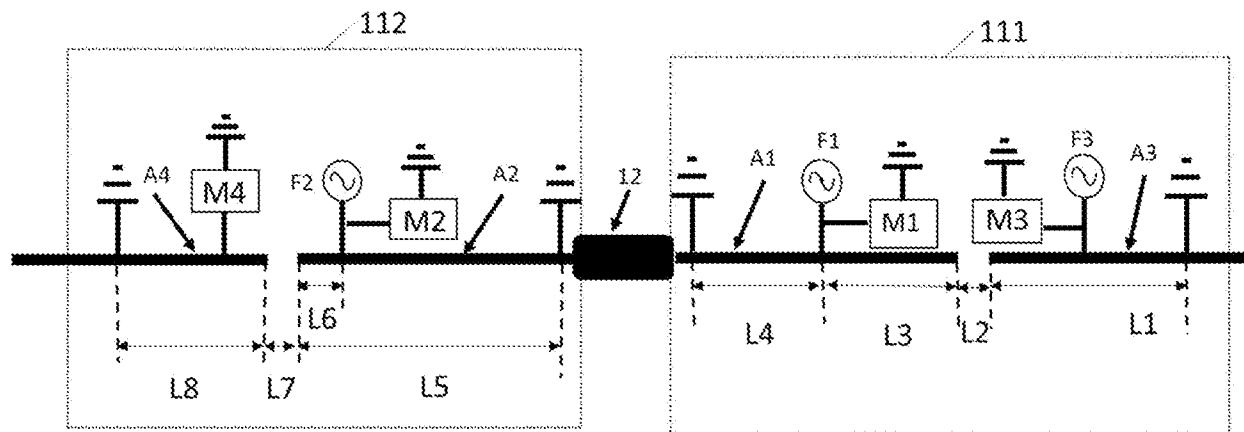
根据权利要求1或2所述的可折叠电子设备，其中，天线长度L3与天线长度L4的长度和等于所述第一天线的第二工作频段的四分之一波长，所述第二工作频段包括中高频段MHB；
天线长度L5等于所述第二天线的工作频段的四分之一波长，所述第二天线的工作频段包括GPSL5频段；
其中，L3为所述第一天线远离所述第二天线的端点到所述第二位置的长度，L4为所述第二位置到所述第一位置的长度，L5为所述第二天线远离所述第一天线的端点到所述第三位置的长度。

[权利要求 9]

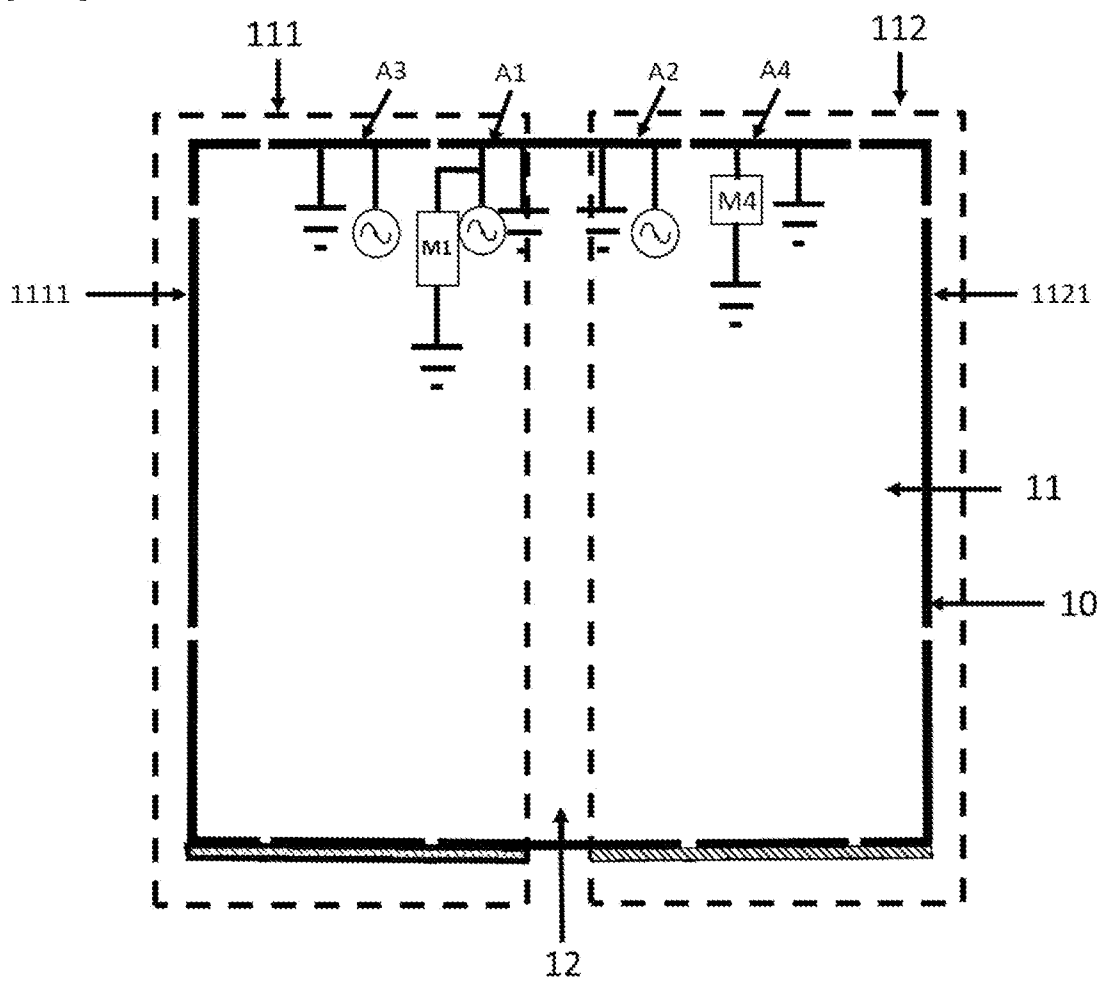
根据权利要求1或2所述的可折叠电子设备，其中，天线长度L3等于所述第一天线的第三工作频段的四分之一波长，所述第三工作频段包括N78频段；
天线长度L5等于所述第二天线的工作频段的四分之一波长，所述第二天线的工作频段包括GPSL5频段；
其中，L3为所述第一天线远离所述第二天线的端点到所述第二位置的长度，L5为所述第二天线远离所述第一天线的端点到所述第三位置的长度。

[权利要求 10] 根据权利要求7所述的可折叠电子设备，其中，L1等于所述第三天线的工作频段的四分之一波长，所述第三天线的工作频段包括GPSL1频段。

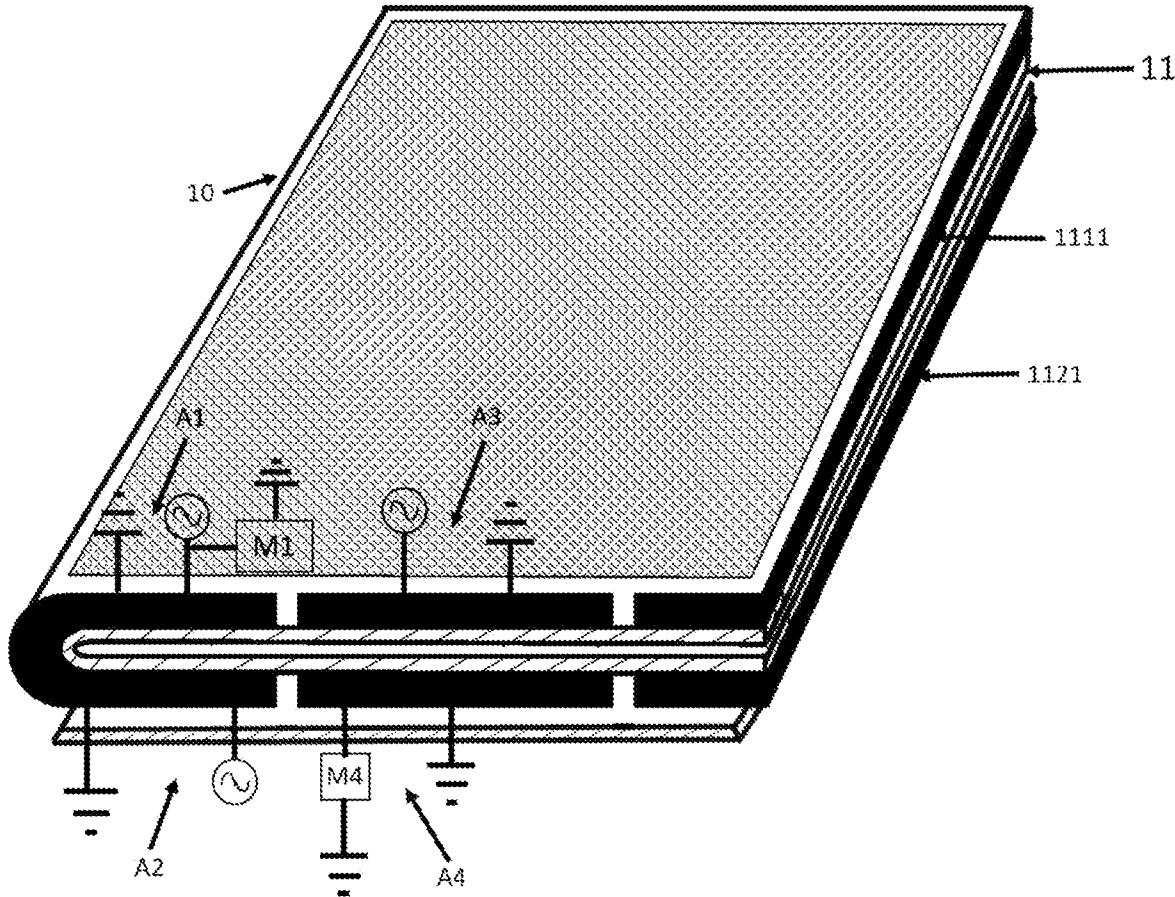
[图 1]



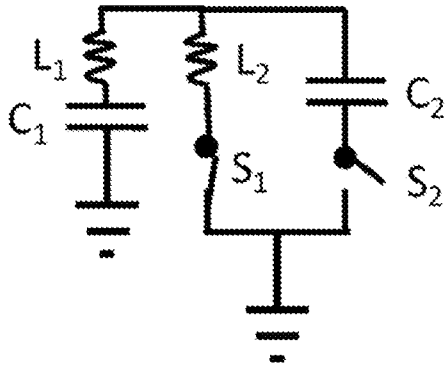
[图 2]



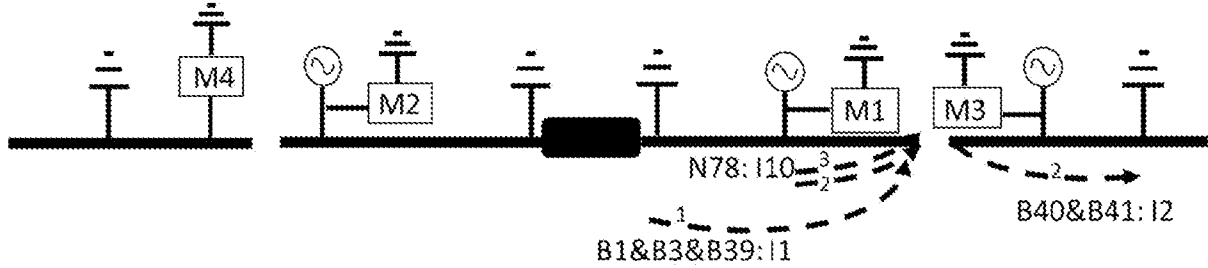
[图 3]



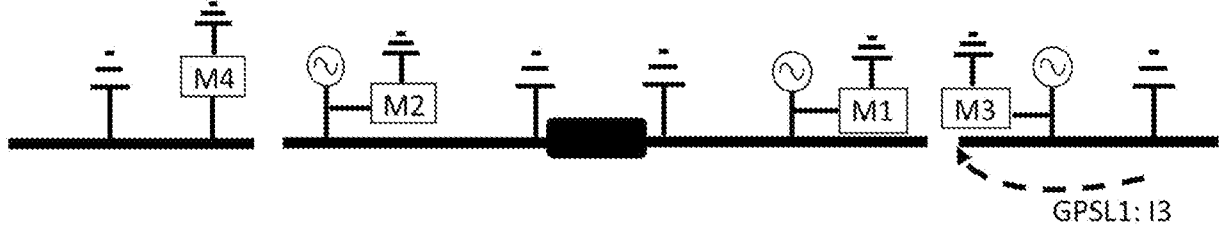
[图 4]



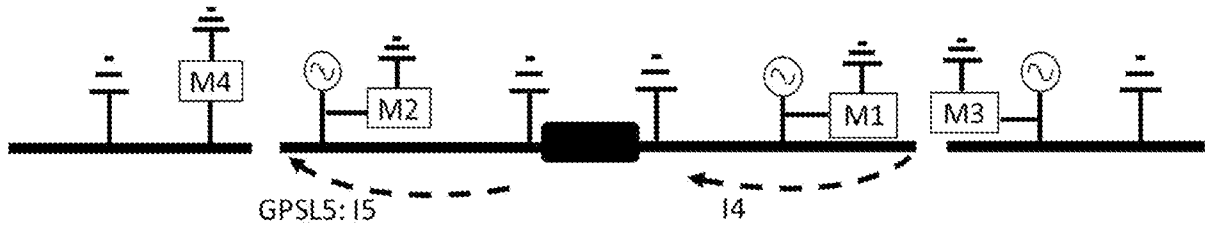
[图 5a]



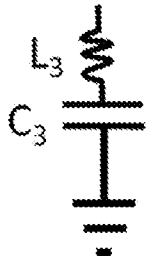
[图 5b]



[图 5c]



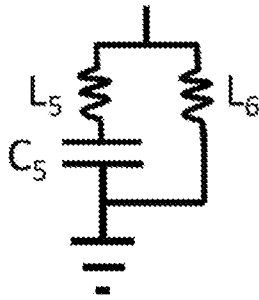
[图 6a]



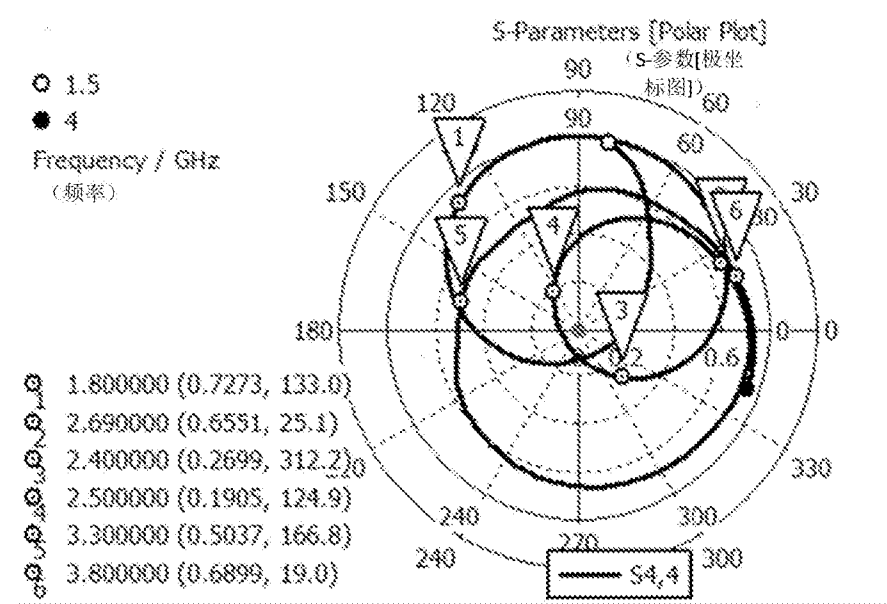
[图 6b]

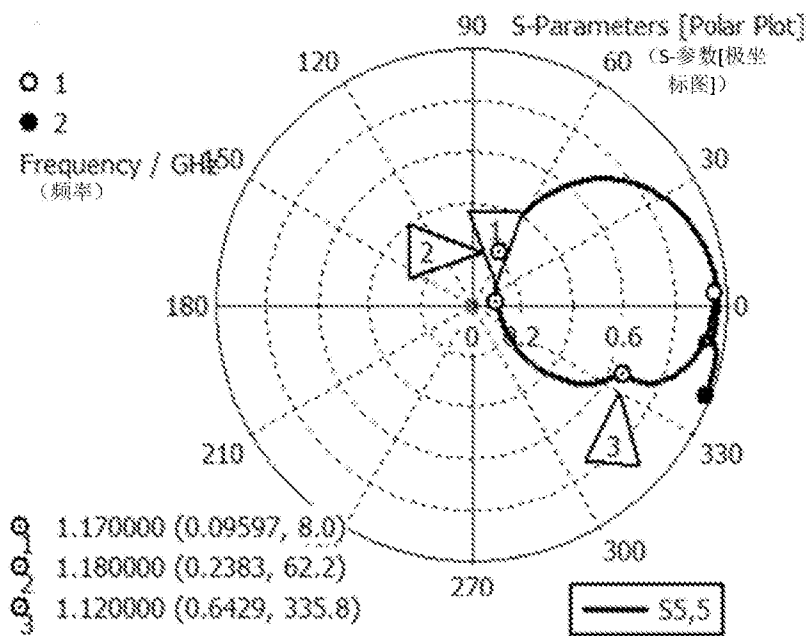


[图 6c]

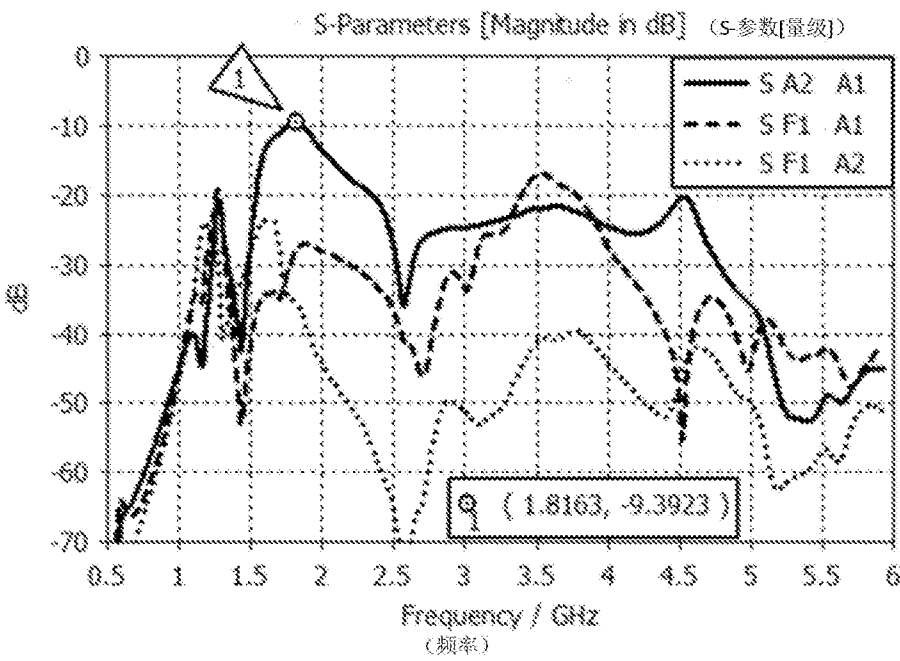


[图 7a]

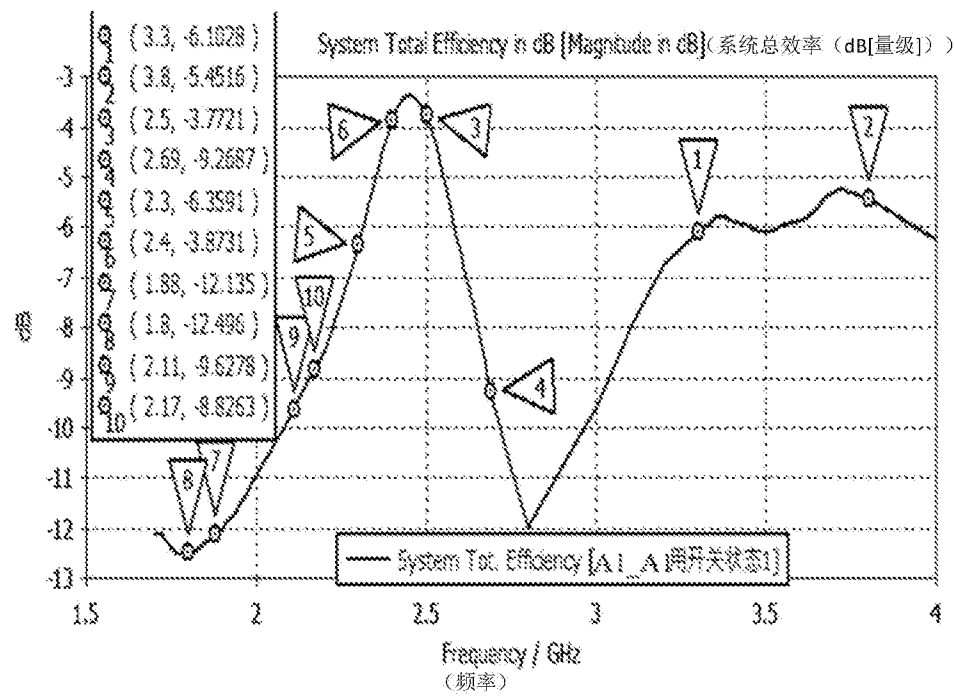




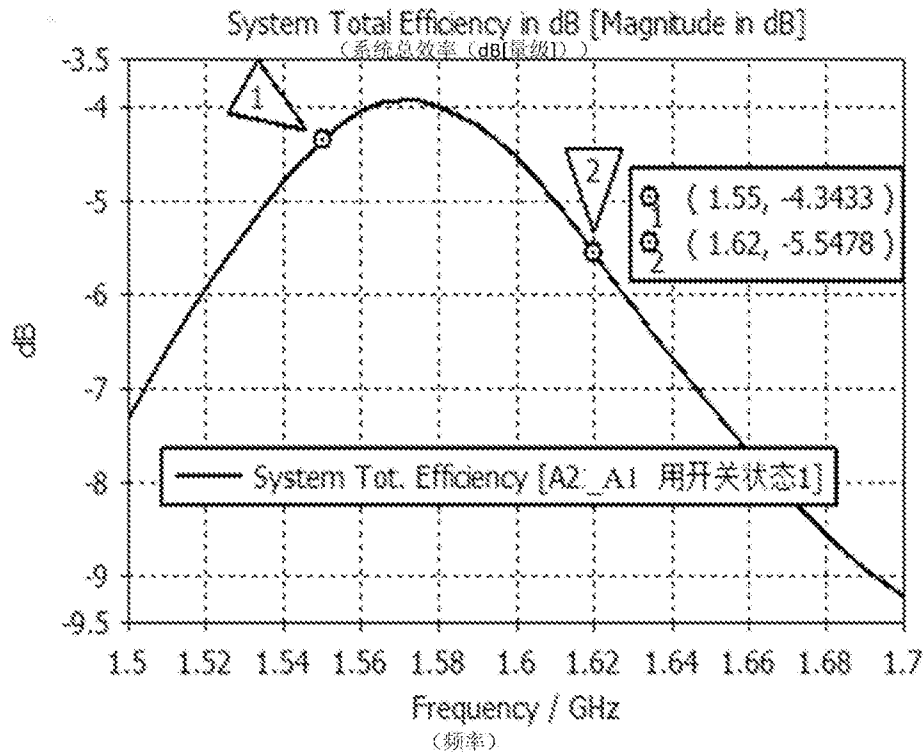
[图 7d]



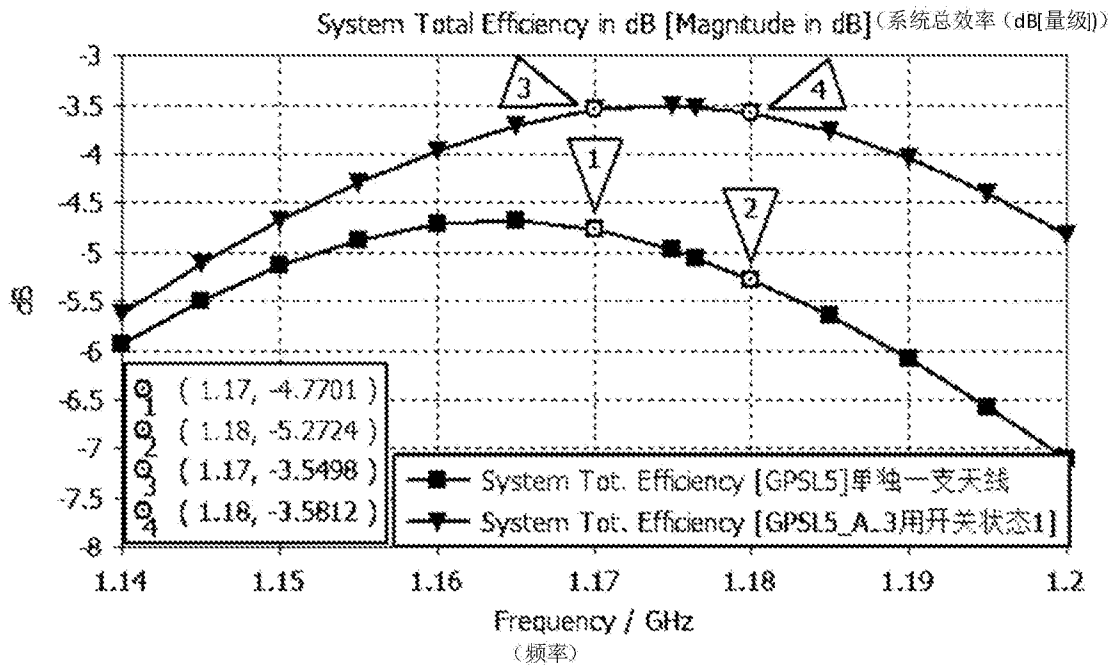
[图 8a]



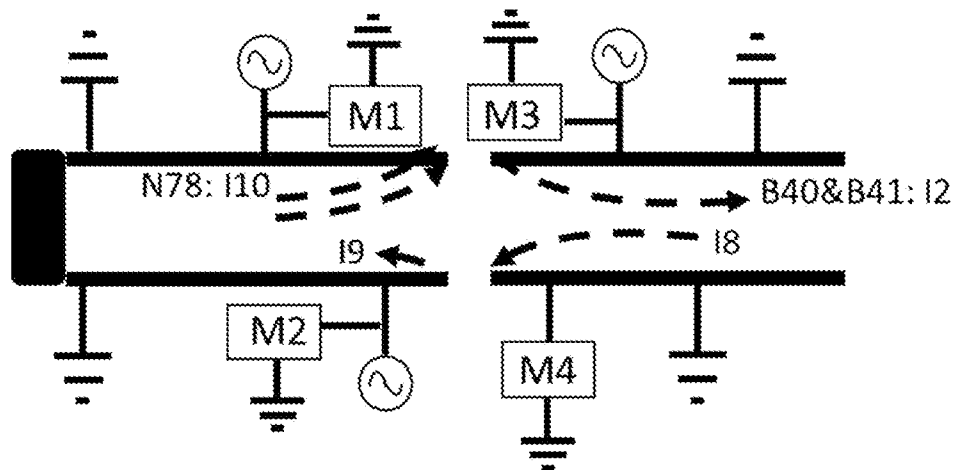
[图 8b]



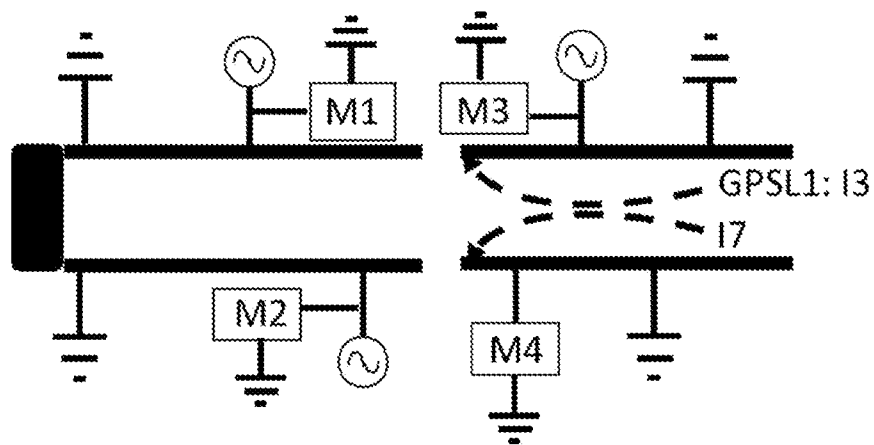
[图 8c]



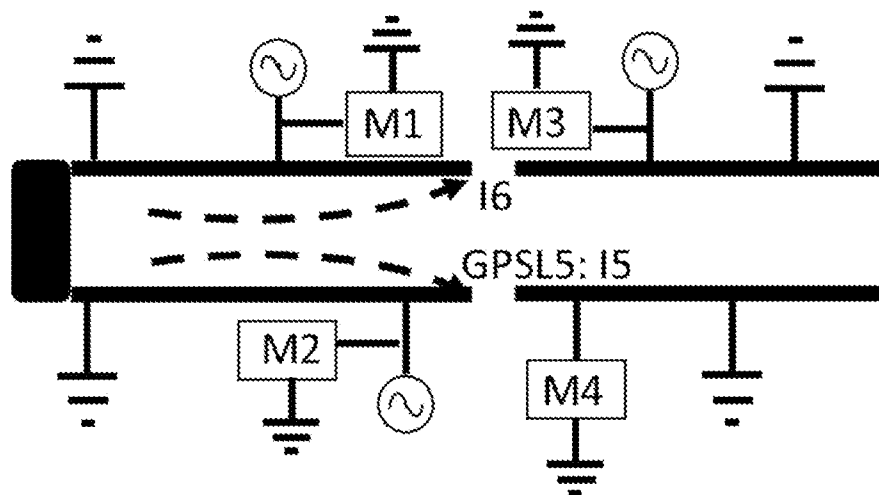
[图 9a]



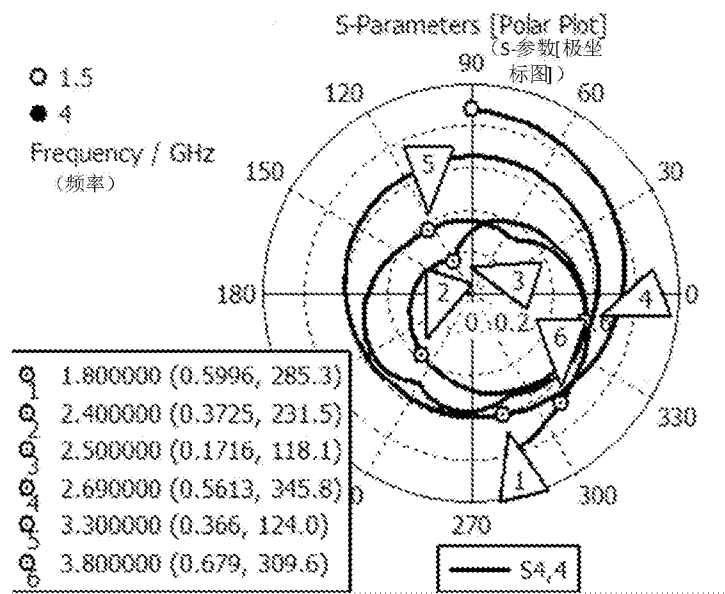
[图 9b]



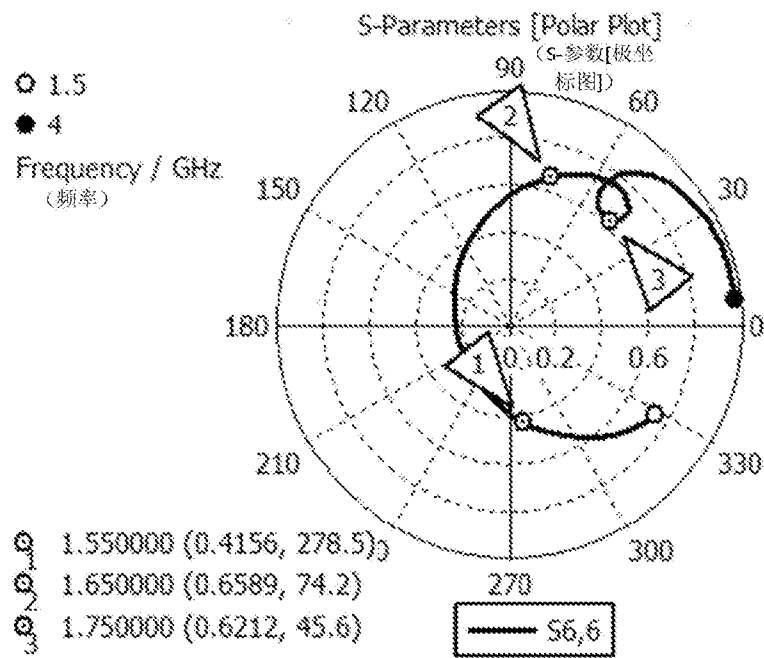
[图 9c]



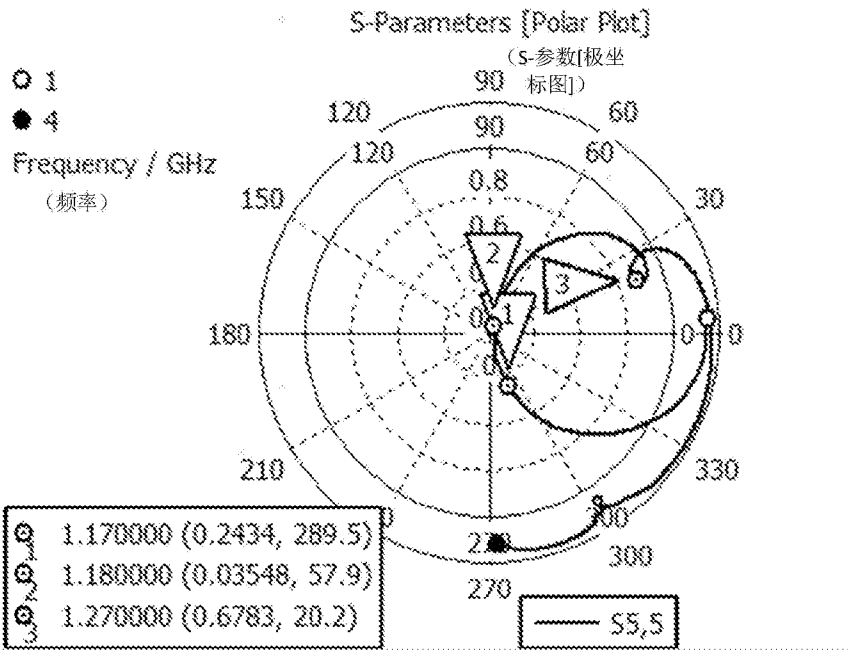
[图 10a]



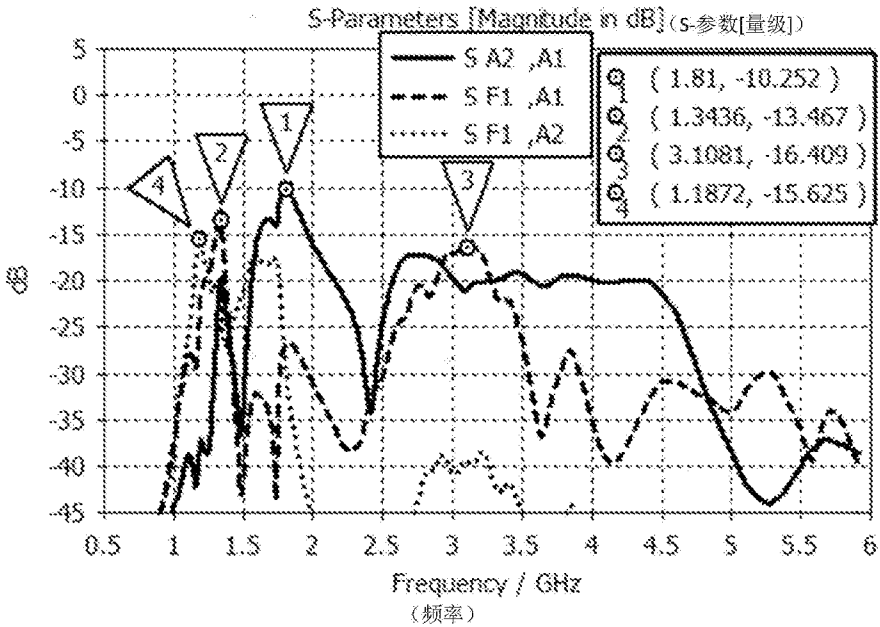
[图 10b]



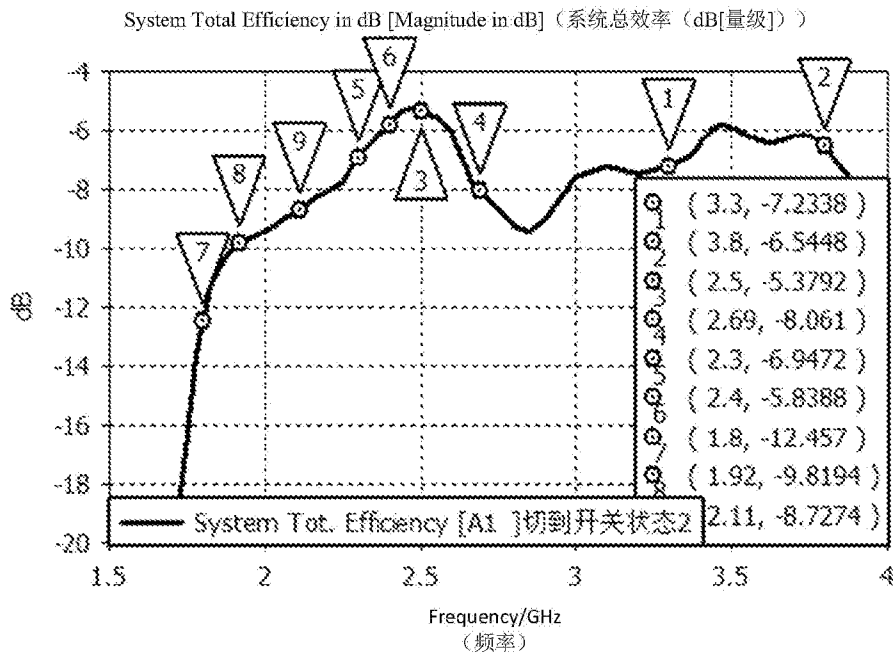
[图 10c]



[图 11]

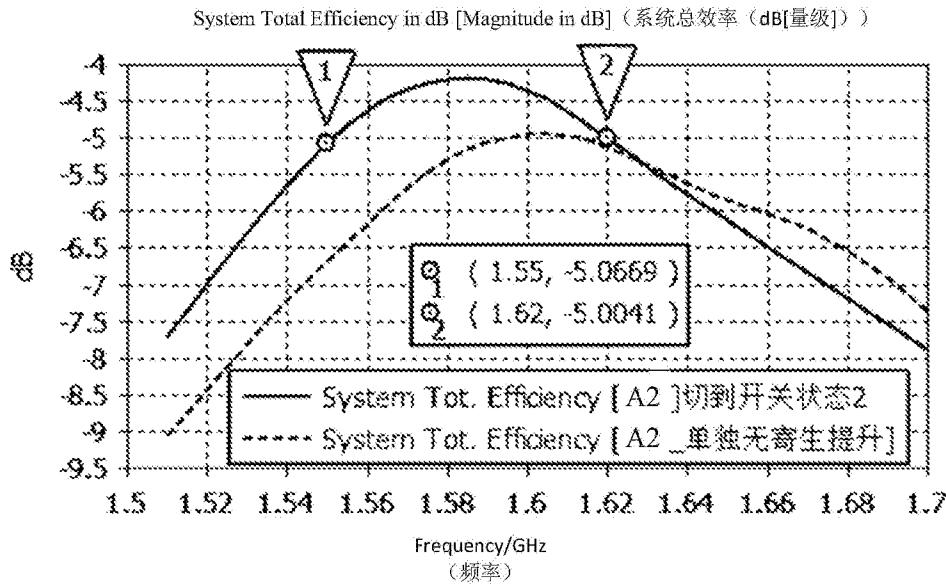


[图 12a]



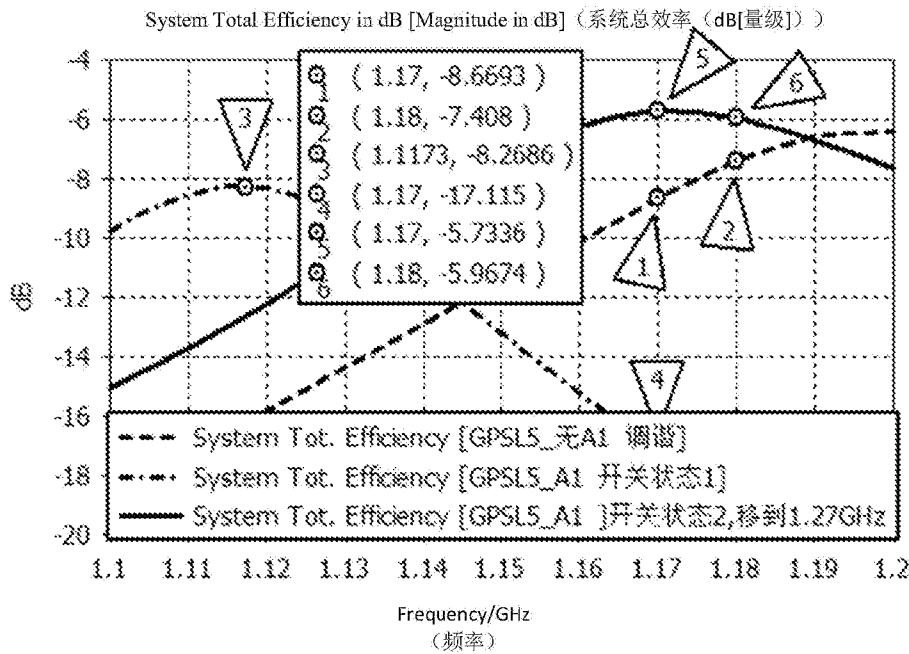
细则 26,
19.04.2024

[图 12b]



细则 26,
19.04.2024

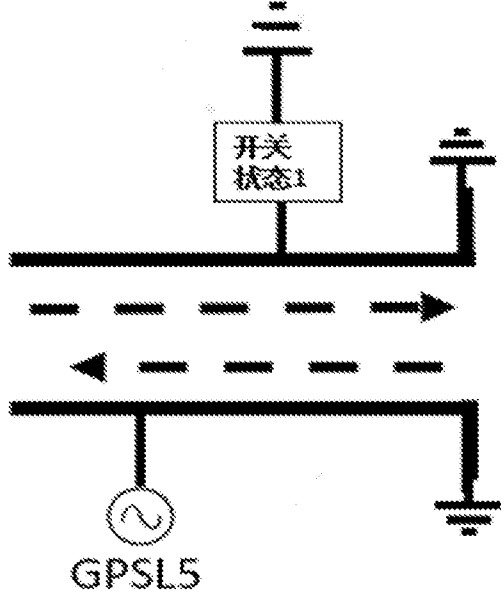
[图 12c]



[图 13a]

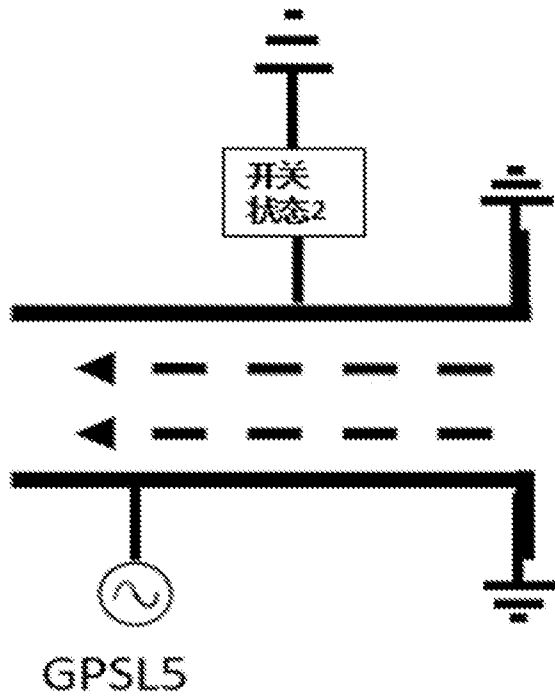


[图 13b]

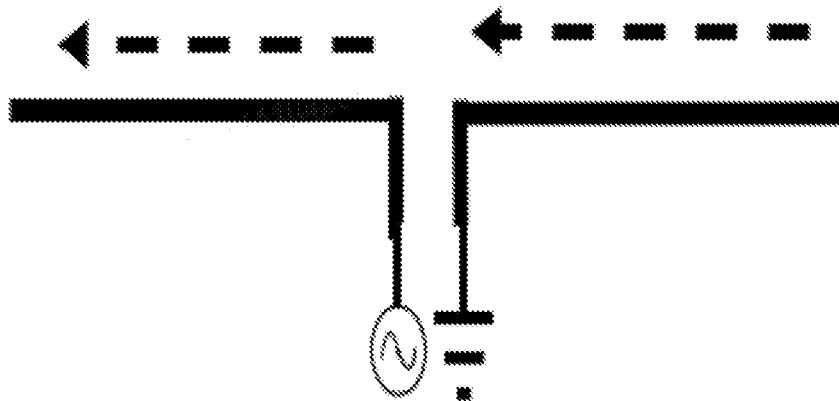


细则 26,
19.04.2024

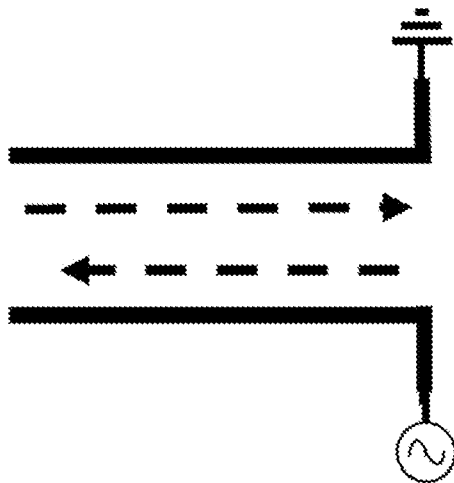
[图 13c]



[图 14a]

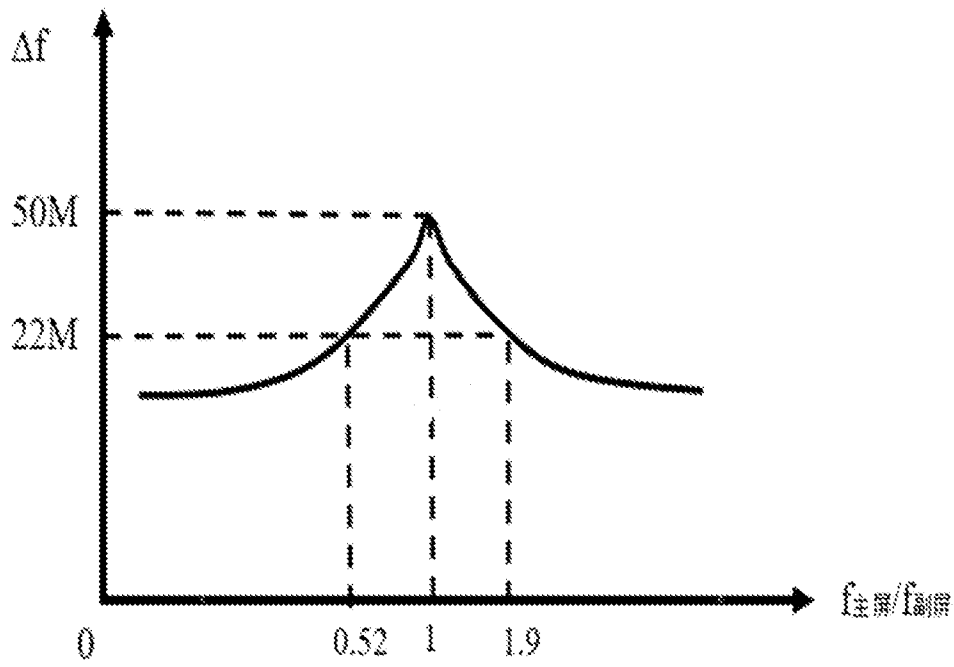


[图 14b]

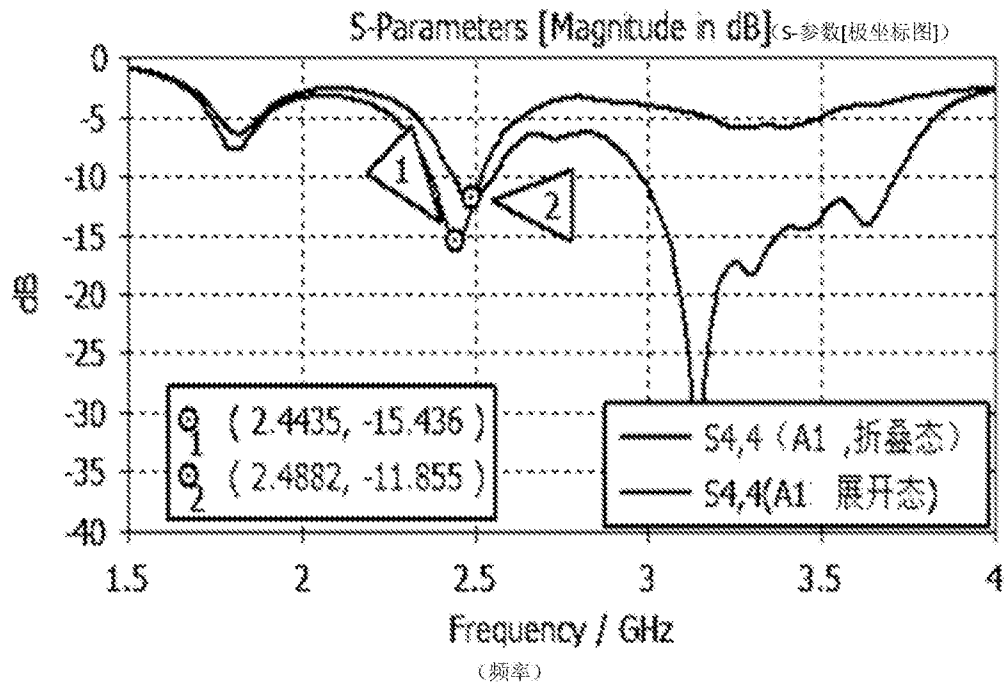


[图 15]

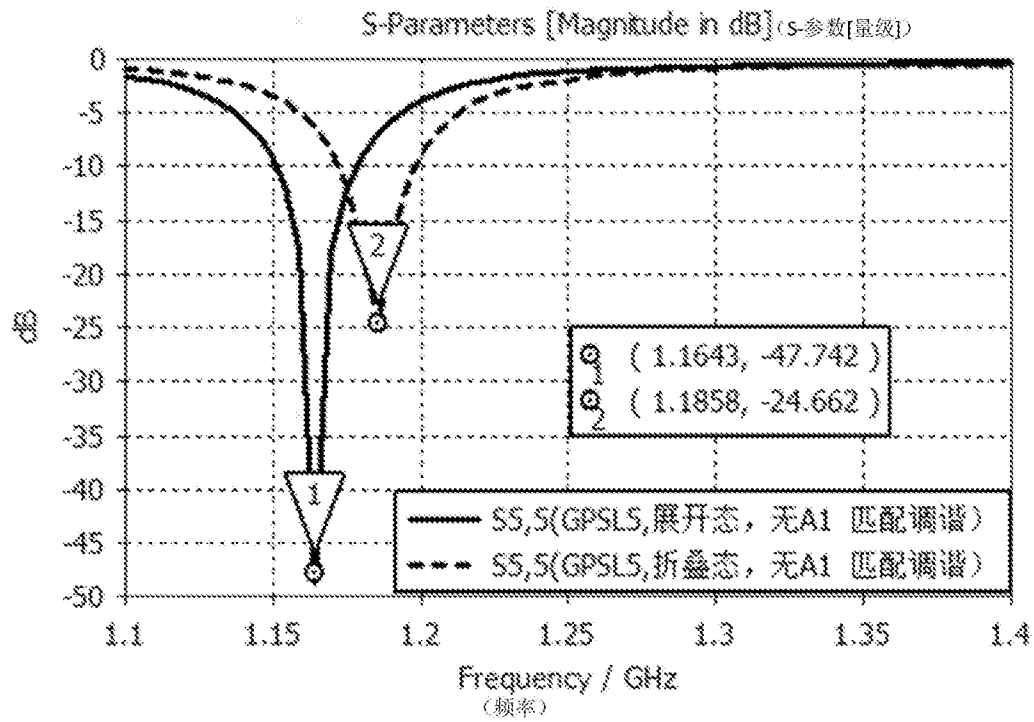
$$\Delta f = |f_{\text{GPSL5展开态}} - f_{\text{GPSL5折叠态}}|$$



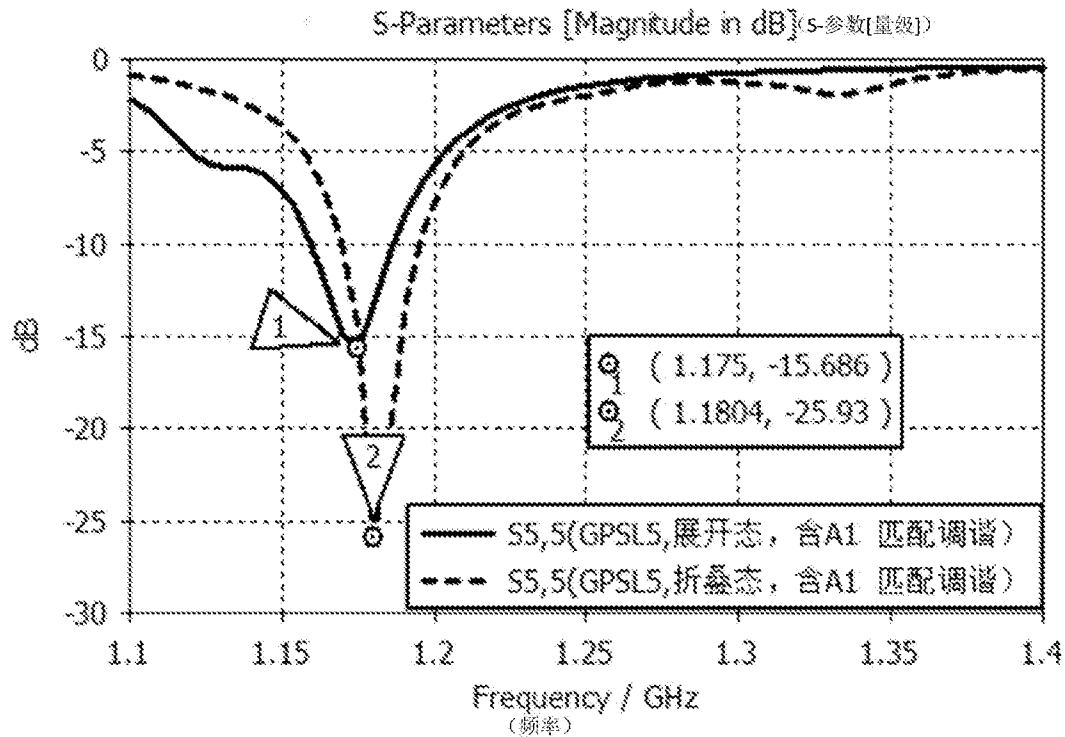
[图 16a]



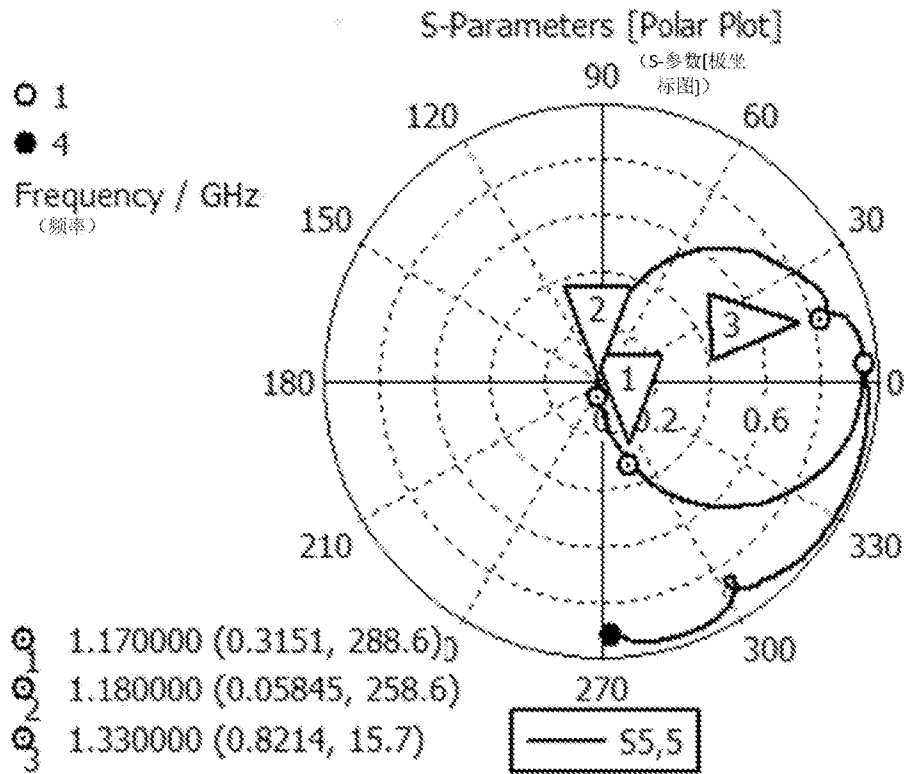
[图 16b]



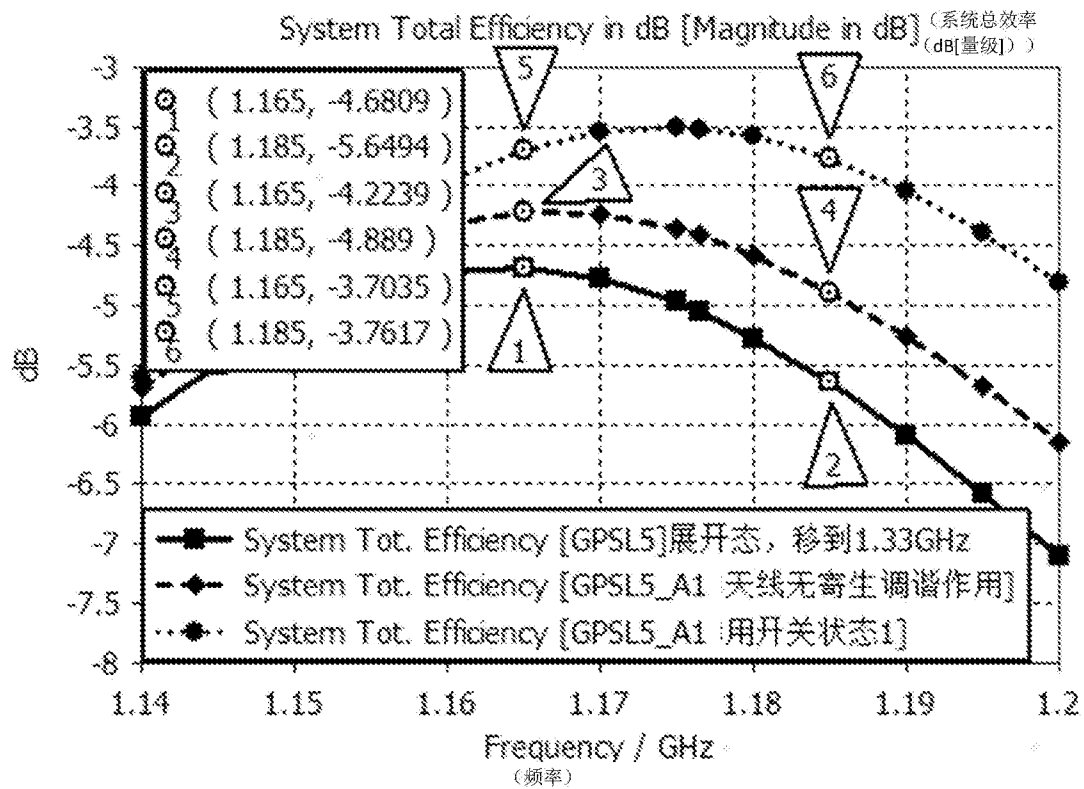
[图 16c]



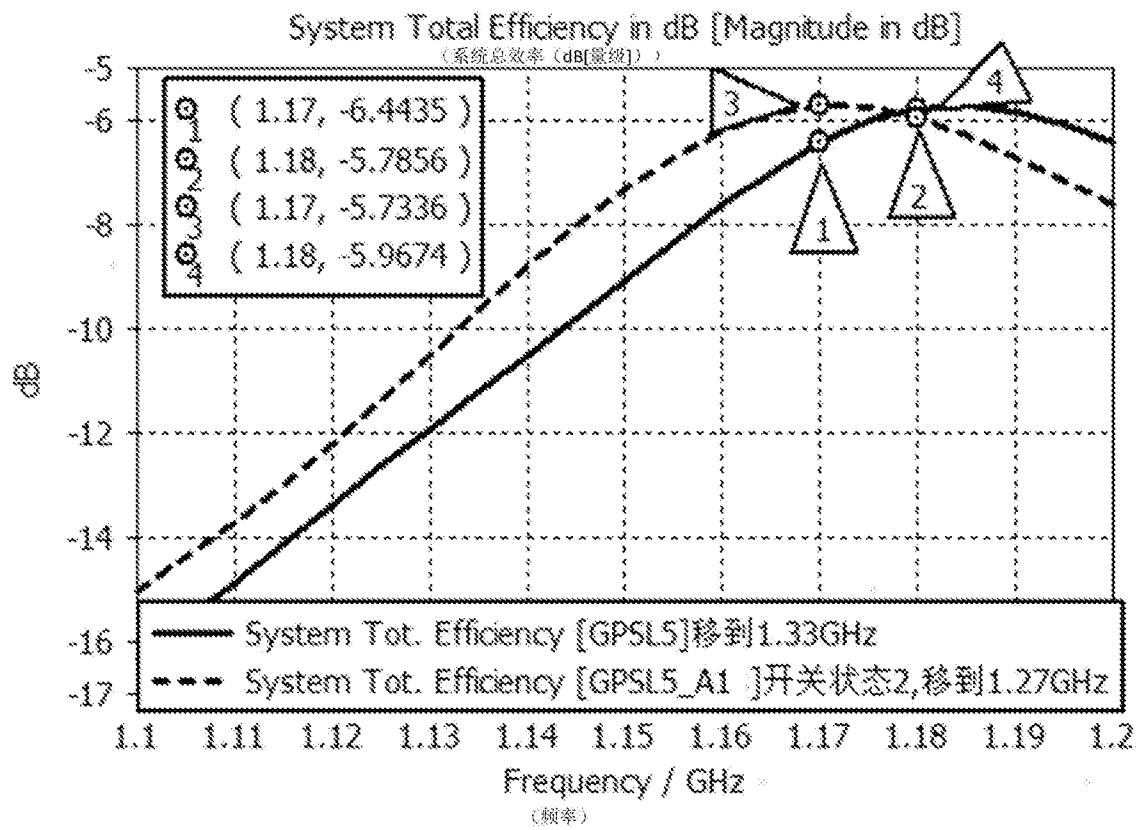
[图 17]



[图 18a]



[图 18b]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2024/083455

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01Q1/22(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) CNTXT, ENTXTC, VEN, ENTXT, CNKI, IEEE, CJFD: 天线, 折叠, 展开, 屏幕, 终端, 电子设备, 电流, 偶极, 方向, 相位, 调谐, 支路, 寄生, 匹配, 电路, antenna, fold+, unfold+, screen, terminal, electronic device, current, dipole, direction, phase, tun+, branch, parasitic, match+, circuit		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116826357 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 September 2023 (2023-09-29) description, paragraphs 30-120	1-10
A	CN 115377659 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 22 November 2022 (2022-11-22) description, paragraphs 129-319	1-10
A	CN 113454843 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 28 September 2021 (2021-09-28) entire document	1-10
A	CN 115360512 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 November 2022 (2022-11-18) entire document	1-10
A	CN 218525725 U (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) 24 February 2023 (2023-02-24) entire document	1-10
A	US 2023085568 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 16 March 2023 (2023-03-16) entire document	1-10
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “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) “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 “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 “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 “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 “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 04 June 2024		Date of mailing of the international search report 20 June 2024
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2024/083455

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116826357	A	29 September 2023	None			
CN	115377659	A	22 November 2022	WO	2022242357	A1	24 November 2022
CN	113454843	A	28 September 2021	JP	2022521226	A	06 April 2022
				JP	7298805	B2	27 June 2023
				EP	3920327	A1	08 December 2021
				EP	3920327	A4	06 April 2022
				KR	20210121265	A	07 October 2021
				KR	102569091	B1	21 August 2023
				WO	2020168926	A1	27 August 2020
				US	2022123469	A1	21 April 2022
				US	11888239	B2	30 January 2024
				AU	2020224880	A1	23 September 2021
				AU	2020224880	B2	01 June 2023
				US	2024113431	A1	04 April 2024
CN	115360512	A	18 November 2022	None			
CN	218525725	U	24 February 2023	None			
US	2023085568	A1	16 March 2023	US	11902457	B2	13 February 2024
				EP	4332722	A1	06 March 2024

A. 主题的分类

H01Q1/22(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))

CNTEXT,ENTXTC,VEN,ENTXT,CNKI,IEEE,CJFD:天线,折叠,展开,屏幕,终端,电子设备,电流,偶极,方向,相位,调谐,支路,寄生,匹配,电路,antenna,fold+,unfold+,screen,terminal,electronic device,current,dipole,direction,phase,tun+,branch,parasitic,match+,circuit

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
PX	CN 116826357 A (维沃移动通信有限公司) 2023年9月29日 (2023 - 09 - 29) 说明书第30-120段	1-10
A	CN 115377659 A (华为技术有限公司) 2022年11月22日 (2022 - 11 - 22) 说明书第129-319段	1-10
A	CN 113454843 A (华为技术有限公司) 2021年9月28日 (2021 - 09 - 28) 全文	1-10
A	CN 115360512 A (维沃移动通信有限公司) 2022年11月18日 (2022 - 11 - 18) 全文	1-10
A	CN 218525725 U (北京小米移动软件有限公司) 2023年2月24日 (2023 - 02 - 24) 全文	1-10
A	US 2023085568 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 2023年3月16日 (2023 - 03 - 16) 全文	1-10

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年6月4日

国际检索报告邮寄日期

2024年6月20日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

张彦钰

电话号码 (+86) 027-59182727

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/083455

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	116826357	A	2023年9月29日	无			
CN	115377659	A	2022年11月22日	WO	2022242357	A1	2022年11月24日
CN	113454843	A	2021年9月28日	JP	2022521226	A	2022年4月6日
				JP	7298805	B2	2023年6月27日
				EP	3920327	A1	2021年12月8日
				EP	3920327	A4	2022年4月6日
				KR	20210121265	A	2021年10月7日
				KR	102569091	B1	2023年8月21日
				WO	2020168926	A1	2020年8月27日
				US	2022123469	A1	2022年4月21日
				US	11888239	B2	2024年1月30日
				AU	2020224880	A1	2021年9月23日
				AU	2020224880	B2	2023年6月1日
				US	2024113431	A1	2024年4月4日
CN	115360512	A	2022年11月18日	无			
CN	218525725	U	2023年2月24日	无			
US	2023085568	A1	2023年3月16日	US	11902457	B2	2024年2月13日
				EP	4332722	A1	2024年3月6日