



Panchip Microelectronics Co., Ltd.

Design Reference

2.4G 天线设计参考

当前版本：1.1

发布日期：2020.11

上海磐启微电子有限公司

地址：上海张江高科技园区盛夏路 666 号 D 栋 3 楼

联系电话：021-50802371

网址：<http://www.panchip.com>

文档说明

由于版本升级或存在其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档内容仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

商标

磐启是磐启微电子公司的商标。本文档中提及的其他名称是其各自所有者的商标/注册商标。

免责声明

本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，磐启微电子公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

修订历史

版本	修订时间	创建人	描述
V1.0	2020.11.05	Liumin	初始版本创建
V1.1	2020.11.10	Liulian	修改： 1. “1.4 章节”中“这种天线的仿真增益达到了 3dB”修正为“3.7dB”。

目录

目录	II
图目录	III
缩略语	IV
1 PCB 天线参考	1
1.1 PCB 天线概述	1
1.2 一种典型的 PCB 蛇形倒 F 天线	1
1.3 一种缩小版的 PCB 蛇形倒 F 天线	3
1.4 一种 PCB 单级子天线	4
2 单级导线天线参考	6
2.1 单级导线天线要求	6
3 铜管天线参考	7
3.1 铜管天线要求	7

图目录

图 1-1 典型的蛇形倒 F 天线设计尺寸参考	2
图 1-3 测试的 S11 参数	2
图 1-4 仿真的天线增益和 3D 方向图 (X 轴正向为天线阵子的指向)	3
图 1-5 缩小版的蛇形倒 F 天线设计尺寸参考	3
图 1-6 蛇形倒 F 天线 S11	4
图 1-7 仿真的天线增益和 3D 方向图 (X 轴正向为天线阵子的指向)	4
图 1-8 单级子天线设计尺寸参考	5
图 1-9 测试的 S11 参数	5
图 1-10 仿真的天线增益和 3D 方向图 (X 轴为图 1-7 的左右方向, Y 轴为图 1-7 的上下方向)	5
图 2-1 单级导线天线尺寸说明	6
图 3-1 铜管天线	7

缩略语

LC	电感电容
PCB	印制电路板
PIFA	平面倒 F 天线
S11	回波损耗

Confidential

1 PCB天线参考

1.1 PCB 天线概述

2.4G 的印制板天线主要有两种结构，PIFA 天线和单极天线。PIFA 天线的天线馈电点和地点是接到一起的，天线和地之间形成一个电容效应，就是信号通过天线（等效为电感）升压到等效电容上，通过电容再把能量辐射出去。单极天线是采用 $1/4$ 波长原理，其中一个馈点是螺旋或者单杆，另外一极是地。两种天线的场结构简单，可以简单等效为一个 LC 谐振回路，其中 C 特别小，一个一个的谐振回路耦合上去，最后电磁场释放到外部。

PIFA 天线的电容相对于单极天线来说大很多，也就是说能量在谐振腔中更多，外界不容易干扰，也很难改变 PIFA 天线的阻抗，所以稳定性比单极天线强；但也因为它的电容太大，导致外界的相同的能量进入，在 PIFA 天线上产生的电压变化，远远不如单极天线大，所以效率和灵敏度会略低于单极天线。

实际应用中，考虑到成本和批量生产稳定性等因素，PCB 天线因其成本低、设计得当能获得足够性能，成为很多无线应用的首选。本文推荐了三款 PCB 天线，分别可以应用到玩具，标签和鼠标，这些天线都有对应的仿真和验证结果。如果需要参考对应天线，必须严格按照本文给出的天线形状进行设计。

1.2 一种典型的 PCB 蛇形倒 F 天线

这是一种典型的蛇形倒 F 天线，广泛的应用于各种无线玩具，天线的仿真增益为 1.59dB，该天线尺寸如错误!未找到引用源。所示，PCB 的厚度为 1.0mm，应用中注意点是天线离地的高度要大于 1mm 以上，不然会影响天线的增益。

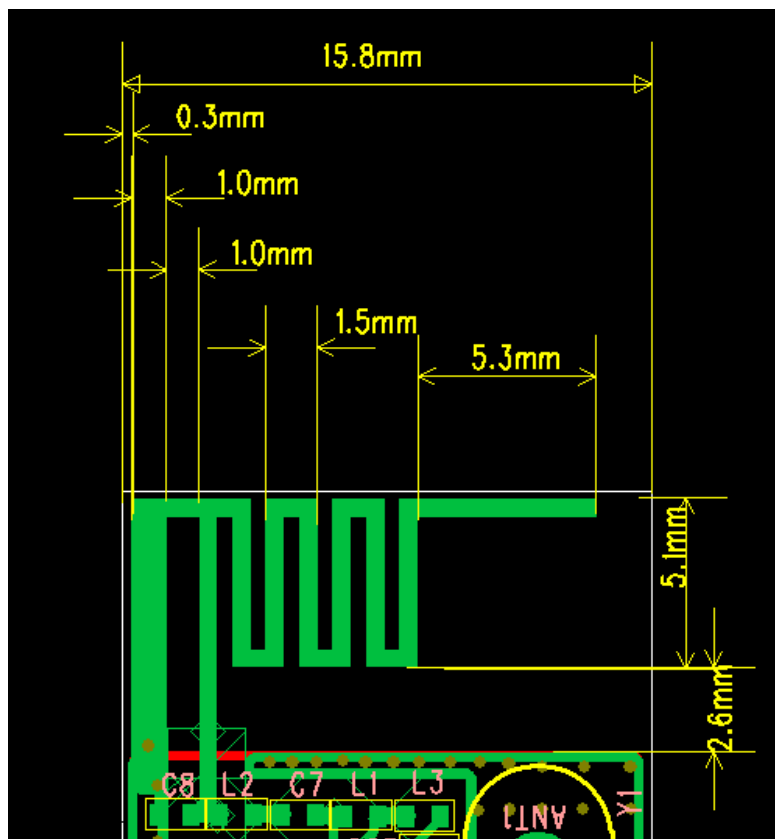


图 1-1 典型的蛇形倒 F 天线设计尺寸参考

天线的 S11 测试数据如图 1-2 所示，覆盖整个 2.4G 频段。

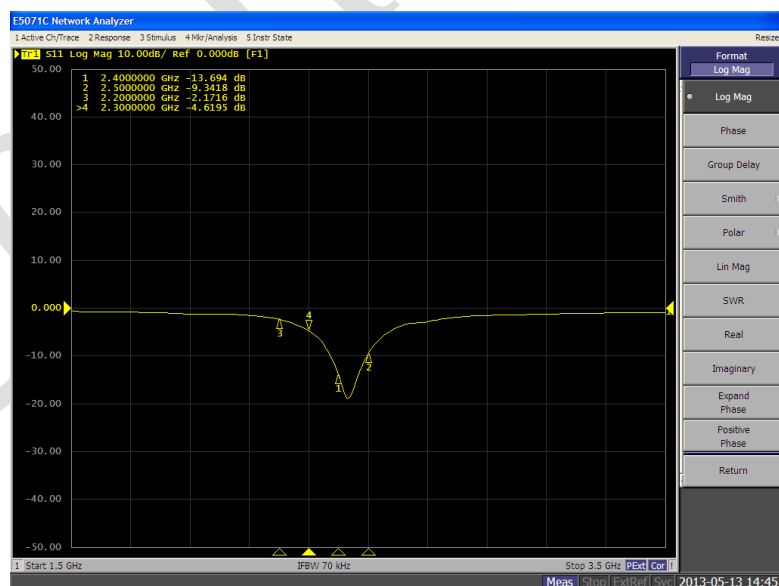


图 1-2 测试的 S11 参数

天线的增益仿真数据如图 1-3 所示，最大增益为 1.59dB。

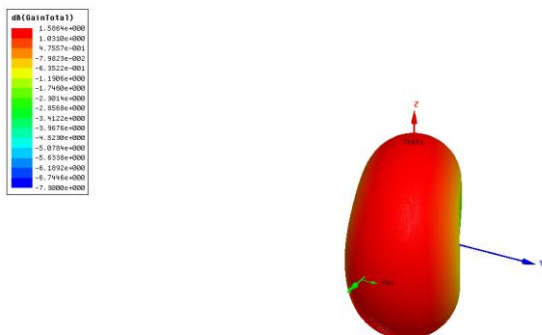


图 1-3 仿真的天线增益和 3D 方向图（X 轴正向为天线阵子的指向）

1.3 一种缩小版的 PCB 蛇形倒 F 天线

这是减小天线尺寸的一款蛇形倒 F 天线，占用较小的 PCB 空间。在设计天线的位置时，尽量将天线放在 PCB 板的边沿且无遮挡的地方。天线下方需要净空区，远离电池等金属元件，目前广泛应用于标签类的应用。

参考尺寸如图 1-4 所示，PCB 的厚度为 1mm。

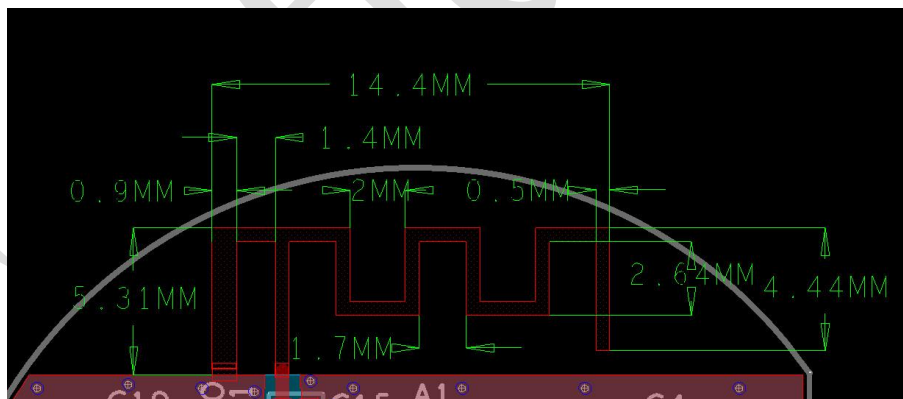


图 1-4 缩小版的蛇形倒 F 天线设计尺寸参考

天线的S11测试数据如图 1-5所示，覆盖整个2.4G频段。

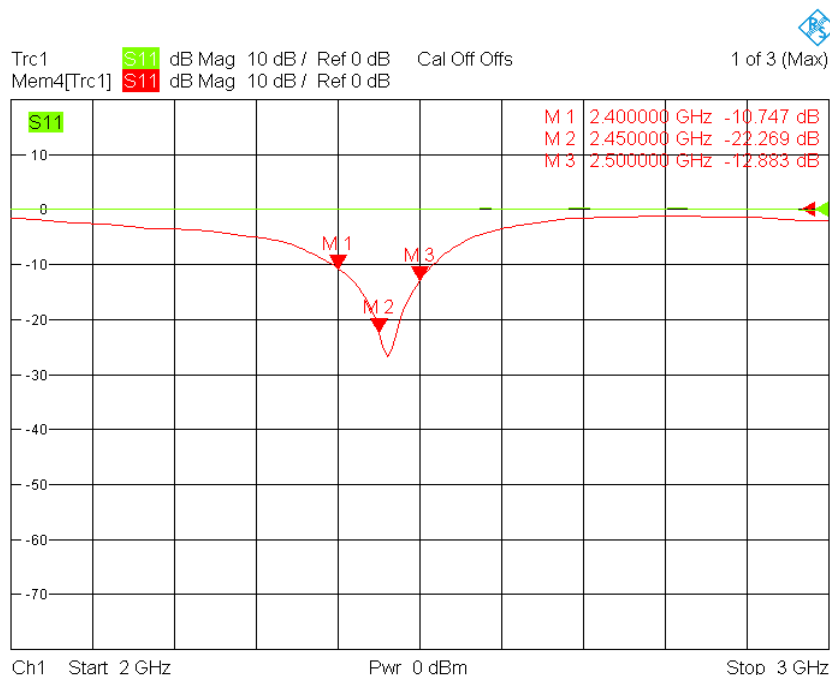


图 1-5 蛇形倒 F 天线 S11

天线的增益仿真数据如图 1-6 所示，最大增益为 0.9dB。

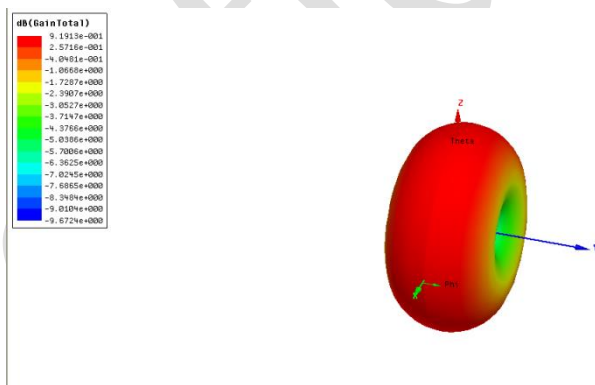


图 1-6 仿真的天线增益和 3D 方向图（X 轴正向为天线阵子的指向）

1.4 一种 PCB 单级子天线

这种天线的仿真增益达到了 3.7dB，但面积较大，适合于无线鼠标板的应用，走线灵活，在有足够的 PCB 空间的情况下可以使用。在设计天线位置时，天线放置在无线鼠标板的前部或者左前部，减少右手握住鼠标的情况下手对辐射功率的吸收和衰减，该天线也可以应用到遥控器上；并且根据产品外型可以稍微更改天线的走线形状。参考尺寸如图 1-7 所示，PCB 的厚度为 1.6mm。

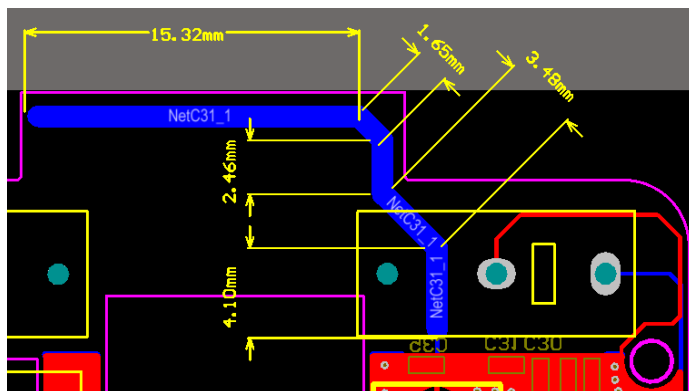


图 1-7 单级子天线设计尺寸参考

天线的S11测试数据如图 1-8所示，覆盖整个2.4G频段。



图 1-8 测试的 S11 参数

天线的增益仿真数据如图 1-9所示，最大增益为3.7dB。

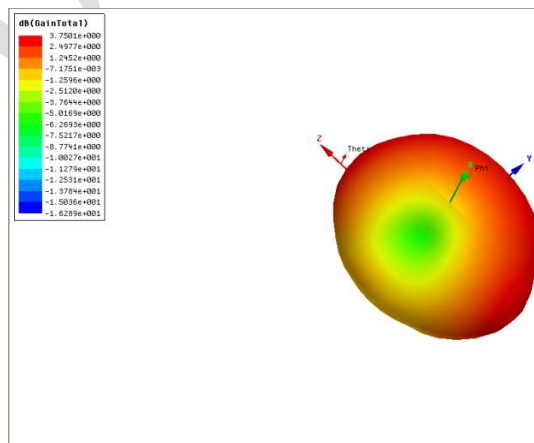


图 1-9 仿真的天线增益和 3D 方向图（X 轴为图 1-7 的左右方向，Y 轴为图 1-7 的上下方向）

2 单级导线天线参考

2.1 单级导线天线要求

在成本、性能要求较高的环节，胶棒天线、表贴天线尽管性能满足要求，但成本不具备竞争力，此时一般选取一段均质导线作为天线，相对微带天线，在设计合理的前提下一般能够获得更好的方向性和增益性能。简易导线取材推荐采用同轴电缆内芯部分，该部分材料具有良好的传导性，有利于天线能量辐射。

2.4G 导线天线要求如下：

- 1) 天线的尺寸，按照四分之一波长来实现，大约 33mm；
- 2) 天线的粗细，建议内径尽量用大于 1.13mm 以上的金属线；
- 3) 关于导线天线的材质，金属线用的较多的是镀锡或者铜线；
- 4) 导线天线的周围，净空区，远离电池、蜂鸣器、喇叭等金属、磁性元件。

考虑到加工工艺和材质对于天线性能的影响，实际的天线长度，要根据最终的测试结果来微调。天线材料需要考虑是环保材料。

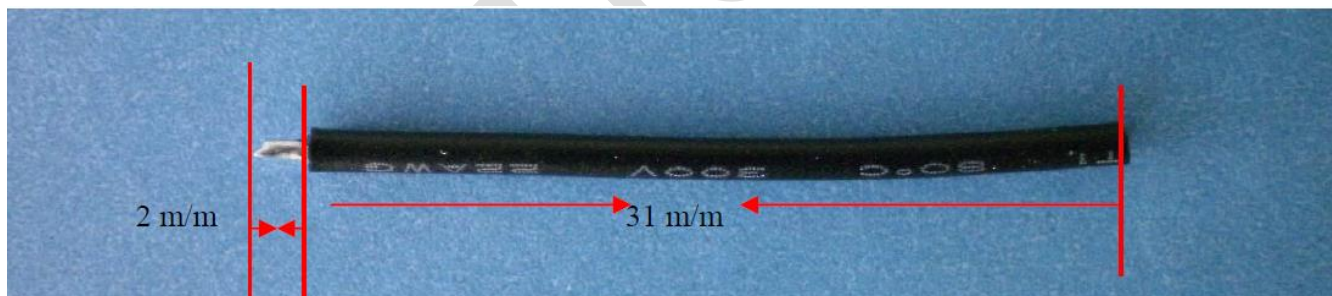


图 2-1 单级导线天线尺寸说明

3 铜管天线参考

3.1 铜管天线要求

2.4G 铜管天线的方向性和天线增益相对导线天线效果更好，成本稍高，是一款里面是同轴线，外面是铜管接地的天线，对于铜管天线的要求如下：

- 1) 天线的尺寸，按照四分之一波长来实现，大约 33mm；
- 2) 铜管天线的粗细，建议内径尽量用大于 1.13mm 以上的同轴线；
- 3) 关于导线天线的材质，同轴线用的较多的是镀锡或者铜；
- 4) 外壳接地尽量用铜管；
- 5) 导线天线的周围，净空区，远离电池等金属元件。

考虑到加工工艺和材质对于天线性能的影响，实际的天线长度，要根据最终的测试结果来微调。

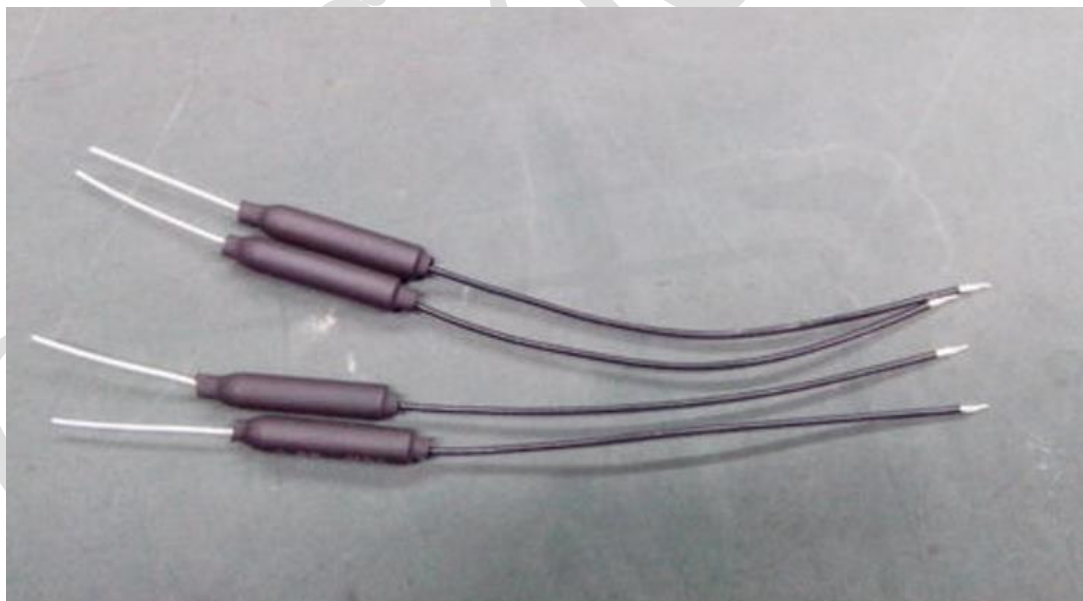


图 3-1 铜管天线