



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111048895 B

(45) 授权公告日 2021.06.08

(21) 申请号 201911344061.9

H01Q 1/50 (2006.01)

(22) 申请日 2019.12.24

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 105552541 A, 2016.05.04

申请公布号 CN 111048895 A

CN 108767454 A, 2018.11.06

(43) 申请公布日 2020.04.21

CN 109962340 A, 2019.07.02

(73) 专利权人 华南理工大学

CN 103650362 A, 2014.03.19

地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

TW 201541704 A, 2015.11.01

DE 102019105487 A1, 2019.09.12

审查员 王荻

(72) 发明人 冯群倚 薛泉 廖绍伟 张文海

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 林梅繁

(51) Int. Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

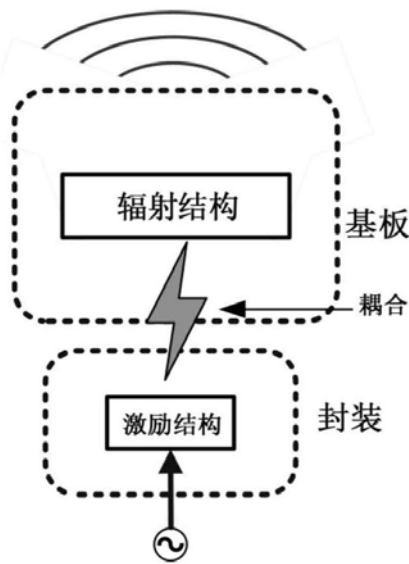
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种封装基板分布式天线

(57) 摘要

本发明属于电子通信技术的天线领域,涉及一种封装基板分布式天线,天线结构分布设计在封装和基板上,通过天线内部的耦合而非导体连接来实现电磁信号由封装到基板的低损耗互连,封装和基板间通过电磁耦合互连;通过集成于基板的辐射结构,将封装耦合来的电磁波以特定的方式辐射。封装基板分布式天线通过改变基板进行复用,在不改变封装的前提下,改变基板上辐射结构实现封装基板分布式天线的复用。本发明降低了天线内部互连的损耗,解决了芯片封装分布式天线工作频段的限制,使得毫米波的低频段分布式天线实现成为可能,为毫米波天线设计带来更多设计自由度和灵活性,同时,降低了毫米波集成天线的设计周期和成本,实现封装设计的复用。



1. 一种封装基板分布式天线,其特征在于,封装基板分布式天线包括第一基本部分和第二基本部分,第一基本部分为激励结构,位于封装上;第二基本部分为辐射结构,位于基板上;封装和基板间通过电磁耦合互连,通过天线内部的耦合而非导体连接来实现电磁信号由封装到基板的低损耗互连;通过集成于基板的辐射结构,将封装耦合来的电磁波以特定的方式辐射;具体地,辐射结构包括一片基板,基板上下两面均有两片梯形耦合贴片,梯形耦合贴片位于封装激励结构的正下方,基板上下两面均有矩形贴片为引向器,基板上下两面均有地板充当反射器,梯形耦合贴片通过耦合从激励结构获得能量,再在反射器和引向器的作用下实现端射;或者,辐射结构包括两片基板,在第一块基板上表面敷铜,留一个矩形开口,第一块基板上表面的矩形开口位于封装激励结构的正下方;第一块基板下表面有两个领结形耦合贴片;第二块基板位于第一块基板的正下方并且紧贴第一块基板,第二块基板上表面空白,下表面也有两个领结形耦合贴片,第二块基板的两个领结形耦合贴片的间距比第一块基板的两个领结形耦合贴片的间距要大。

2. 根据权利要求1所述的封装基板分布式天线,其特征在于,还包括:封装基板分布式天线通过改变基板进行复用,在不改变封装的前提下,改变基板上的辐射结构实现封装基板分布式天线的复用。

3. 根据权利要求1或2所述的封装基板分布式天线,其特征在于,将封装焊接于基板,第一基本部分和第二基本部分之间通过耦合实现互连。

4. 根据权利要求3所述的封装基板分布式天线,其特征在于,激励结构采用全差分输入的偶极子天线;领结形寄生偶极子单元在封装顶层。

5. 根据权利要求1所述的封装基板分布式天线,其特征在于,焊接时梯形耦合贴片位于封装激励结构的正下方;或者,焊接时第一块基板上表面的矩形开口位于封装激励结构的正下方;基板上的领结形耦合贴片通过耦合从激励结构获得能量,再在封装顶层的领结形寄生偶极子单元的反射作用下实现侧射效果。

6. 根据权利要求4或5所述的封装基板分布式天线,其特征在于,基板采用RT/duroid® 5880,介电常数为2.2,损耗正切为0.0009。

7. 根据权利要求4或5所述的封装基板分布式天线,其特征在于,基板的周围打有金属化通孔。

一种封装基板分布式天线

技术领域

[0001] 本发明属于电子通信技术的天线领域,涉及一种封装基板分布式天线。

背景技术

[0002] 天线是任何无线系统不可缺少的器件,它有分离和集成两种形式。分离天线是传统无线系统最常用的形式。在毫米波频段,基于分离天线的无线系统集成度低,前端和天线间需经多次互连,造成很大损耗、导致系统性能下降。近年来,随着技术进步,高集成度已成为无线系统发展的趋势,而集成天线正好顺应了这一趋势,它很好的克服了分离天线所存在的问题,为系统级无线芯片提供了良好的天线解决方案,非常适合毫米波频段的应用。现在的集成天线包括:例如文献1(详见:U.R.Pfeiffer, J.Grzyb, D.Liu, B.Gaucher, T.Beukema, B.A.Floyd, and S.K.Reynolds, “A chip-scale packaging technology for 60-GHz wireless chipsets”, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol.54, no.8, pp.3387-3397.2006.)、文献2(详见:Y.Zhang, M.Sun, K.Chua, L.Wai, D.Liu, and B.Gaucher, “Antenna-in-package in LTCC for 60-GHz radio”, in Antenna Technology: Small and Smart Antennas Metamaterials and Applications, 2007.IWAT’07. International Workshop on, 2007, pp.279-282.)、文献3(B.Cao, H.Wang, Y.Huang, J.Wang and H.Xu, “A Novel Antenna-in-Package With LTCC Technology for W-Band Application”, in IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol.13, pp.357-360, 2014.)中的封装天线和文献4(详见:D.Hou, W.Hong, W.-L.Goh, J.Chen, Y.-Z.Xiong, S.Hu, and M.Madihian, “D-band on-chip higher-order-mode dielectric-resonator antennas fed by half-mode cavity in CMOS technology”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.56, no.3, pp.80-89.2014.)、文献5(C.-H.Li, and T.-Y.Chui, “340-GHz low-cost and high-gain on-chip higher order mode dielectric resonator antenna for thz applications”, IEEE Transactions on Terahertz Science and Technology, vol.7, no.3, pp.284-294.2017.)、文献6(C.C.Liu, and R.G.Rojas, “V-band integrated on-chip antenna implemented with a partially reflective surface in standard 0.13-um BiCMOS technology”, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol.64, no.12, pp.5102-5109, Dec.2016.)中的片上天线两大类。高增益的毫米波集成天线可以有效克服毫米波电路输出功率有限和毫米波路径损耗高的问题,因此在通信(包括5G)、雷达、成像和探测等方面都有重要应用。

[0003] 现有的封装天线和片上天线这两种集成天线类型并不能很好地满足整个毫米波频段对高增益天线的应用需求。一方面,封装天线受互连损耗限制,很难应用于毫米波中、高频段。另一方面,对于片上天线,如采用高阻硅透镜方案可避免衬底表面波损耗,实现很高增益,但透镜体积大、剖面高,这也导致芯片封装困难;如采用其他方案,受限于片上天线口径和损耗,增益将非常有限。

[0004] 为了解决现有封装天线和片上天线存在的问题,文献7(详见:L.Wu, S.Liao and

Q.Xue, "A 312-GHz CMOS Injection-Locked Radiator With Chip-and-Package Distributed Antenna", in IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol.52, no.11, pp.2920-2933, Nov.2017.) 提出一种新的集成天线类型,即芯片封装分布式天线。将天线结构分布设计在芯片和封装上,通过集成于封装的低剖面口径辐射结构将入射电磁波展开成幅度和相位较均匀的口口径场,实现高增益辐射,但芯片封装分布式天线受限于芯片和封装的尺寸,仅适用于毫米波的高频段以及太赫兹频段。

[0005] 现在的天线存在如下不足:

[0006] 1、封装天线:受互连损耗限制,很难应用于毫米波中、高频段;

[0007] 2、片上天线:如采用高阻硅透镜方案可避免衬底表面波损耗,实现很高增益,但透镜体积大、剖面高,这也导致芯片封装困难;如采用其他方案,受限于片上天线口径和损耗,增益将非常有限;

[0008] 3、芯片封装分布式天线:受限于芯片和封装的尺寸,仅适用于毫米波的高频段以及太赫兹频段,无法应用于毫米波的低频段(如5G毫米波频段);

[0009] 另外,以上天线类型针对特定应用定制设计。如果应用改变,需要重新定制设计天线,导致天线应用范围受限。

发明内容

[0010] 针对现有技术的不足,本发明提供一种封装基板分布式天线。

[0011] 本发明采用如下技术方案实现:

[0012] 一种封装基板分布式天线,天线结构分布设计在封装和基板上,通过天线内部的耦合而非导体连接来实现电磁信号由封装到基板的低损耗互连,封装和基板间通过电磁耦合互连;通过集成于基板的辐射结构,将封装耦合来的电磁波以特定的方式辐射。

[0013] 优选地,还包括:封装基板分布式天线通过改变基板进行复用,在不改变封装的前提下,改变基板上的辐射结构实现封装基板分布式天线的复用。

[0014] 优选地,封装基板分布式天线,包括第一基本部分和第二基本部分,第一基本部分为激励结构,位于封装上;第二基本部分为辐射结构,位于基板上;将封装焊接于基板,第一基本部分和第二基本部分之间通过耦合实现互连。

[0015] 优选地,激励结构采用全差分输入的偶极子天线;在封装顶层加入领结形寄生偶极子单元。

[0016] 优选地,辐射结构包括一片基板,基板上下两面均有两片梯形耦合贴片,基板上下两面均有矩形贴片为引向器,地板充当反射器,梯形耦合贴片通过耦合从激励结构获得能量,再在反射器和引向器的作用下实现端射。

[0017] 优选地,焊接时梯形耦合贴片位于封装激励结构的正下方。

[0018] 优选地,辐射结构包括两片基板,在第一块基板上表面敷铜,留一个矩形开口;第一块基板下表面有两个领结形耦合贴片;第二块基板紧贴第一块基板,第二块基板上表面空白,下表面有两个领结形耦合贴片,第二块基板的两个领结形耦合贴片的间距比第一块基板的要大。

[0019] 优选地,焊接时第一块基板上表面的矩形开口位于封装激励结构的正下方;基板上的领结形耦合贴片通过耦合从激励结构获得能量,再在封装顶层的领结形寄生偶极子单

元的反射作用下实现侧射效果。

[0020] 优选地,基板采用RT/duroid®5880,介电常数为2.2,损耗正切为0.0009。

[0021] 优选地,基板的周围打有金属化通孔。

[0022] 与现有技术相比,本发明包括如下优点:

[0023] (1) 本发明为一种封装基板分布式天线,是一种新型高增益宽带毫米波天线,将天线结构分布设计在封装和基板上,通过天线内部的耦合而非导体连接来实现电磁信号由封装到基板的低损耗互连;封装和基板间通过电磁耦合互连,而无导体互连,降低了互连的损耗。

[0024] (2) 通过集成于基板的辐射结构,将封装耦合来的电磁波以特定的方式辐射,根据不同应用要求,实现特定的辐射,如端射高增益、侧射高增益、端射波束赋型等,解决了芯片封装分布式天线工作频段的限制,使得毫米波的低频段(如5G毫米波频段)分布式天线实现成为可能,为毫米波天线设计带来更多设计自由度和灵活性。

[0025] (3) 封装基板分布式天线的封装可以根据需要改变基板进行复用,根据应用场景的要求,在不改变封装的前提下,改变基板上辐射结构的设计,满足不同应用的要求,降低了毫米波集成天线的设计周期和成本,同时实现封装设计的复用,解决了芯片封装分布式天线没有复用,如果应用改变,需要重新定制设计天线的缺点。

[0026] (4) 天线主体结构分布在基板上,比分布在封装上成本低,相比芯片封装分布式天线成本低得多。

附图说明

[0027] 图1为本发明一个实施例中封装基板分布式天线结构示意图;

[0028] 图2为本发明一个实施例中封装基板分布式天线激励结构图;

[0029] 图3为本发明一个实施例中领结形寄生偶极子单元;

[0030] 图4为本发明一个实施例中端射方向基板顶视/底视图;

[0031] 图5为本发明一个实施例中封装基板分布式天线剖面图(端射方向);

[0032] 图6为本发明一个实施例中侧射方向第一块基板图;

[0033] 图7为本发明一个实施例中侧射方向第二块基板下表面图;

[0034] 图8为本发明一个实施例中封装基板分布式天线剖面图(侧射方向);

[0035] 图9为本发明一个实施例中封装基板分布式天线回波损耗参数图(端射方向);

[0036] 图10为本发明一个实施例中封装基板分布式天线回波损耗参数图(侧射方向);

[0037] 图11为本发明一个实施例中封装基板分布式天线Y0Z平面远场方向图(端射方向);

[0038] 图12为本发明一个实施例中封装基板分布式天线Y0Z平面远场方向图(侧射方向)。

具体实施方式

[0039] 下面通过具体实施方式对本发明作进一步详细地描述,但本发明的实施方式并不限于此。

[0040] 一种封装基板分布式天线,包括两个基本部分,第一基本部分为激励结构,位于封

装上;第二基本部分为辐射结构,位于基板上;将封装焊接于基板,即得到天线整体结构,两个基本部分之间通过耦合实现互连,其结构的示意图如图1所示。

[0041] 下面根据本发明的思想,给出一个具体的工作于5G毫米波频段(24.25-29.5GHz)封装基板分布式天线的设计实例。

[0042] (1) 位于封装的激励结构

[0043] 激励结构采用全差分输入的偶极子天线,如图2所示。在封装顶层再加入领结形寄生偶极子单元,如图3所示。该单元既可以为端射拓宽带宽,也可以充当侧射的反射器。

[0044] (2) 位于基板的辐射结构

[0045] 对于相同位于封装的激励结构,可以根据应用的不同,在基板上设计不同的辐射结构。在实施例中,在基板上设计两种不同辐射结构,实现不同的辐射特性。

[0046] 辐射结构1:如图4、5所示,基板采用一片RT/duroid®5880,介电常数为2.2,损耗正切为0.0009。基板上下两面均有两片梯形贴片为耦合贴片,基板上下两面均有8个矩形贴片为引向器,地板充当反射器,梯形耦合贴片通过耦合从激励结构获得能量,再在反射器和引向器的作用下实现端射效果,同时在基板的周围打上金属化通孔防止电磁波泄漏,如图4所示。焊接时梯形耦合贴片位于封装激励结构的正下方,如图5所示。该辐射结构和激励结构焊接在一起即可实现封装基板分布式天线(端射方向),仿真结果显示,封装基板分布式天线(端射方向)-10dB阻抗带宽为24.4-31.7GHz,如图9所示。并且天线在整个频段内(24.25-29.5GHz)都具有高增益和稳定的辐射方向,如图11所示。

[0047] 辐射结构2:如图6-8所示,基板采用两片RT/duroid®5880,介电常数为2.2,损耗正切为0.0009。在第一块基板上表面敷铜,留一个矩形开口,如图6所示。第一块基板下表面设计有两个领结形耦合贴片,起到引向和拓宽带宽的作用,如图6所示。第二块基板紧贴第一块基板,第二块基板上表面空白,下表面设计有两个领结形耦合贴片,两耦合贴片的间距比第一块基板的要大,同样起到引向和拓宽带宽的作用,如图7所示。焊接时第一块基板上表面的矩形开口位于封装激励结构的正下方,如图8所示。为了防止电磁波泄漏,有效提高增益,因此在两片基板的周围打上金属化通孔,如图6、7所示。基板上的领结形耦合贴片通过耦合从激励结构获得能量,再在封装顶层的领结形寄生偶极子单元的反射作用下实现侧射效果。该辐射结构和激励结构焊接在一起即可实现封装基板分布式天线(侧射方向),仿真结果显示,封装基板分布式天线(侧射方向)-10dB阻抗带宽为23.69-31.00GHz,如图10所示。并且天线在整个频段内(24.25-29.5GHz)都具有高增益和稳定的辐射方向,如图12所示。

[0048] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

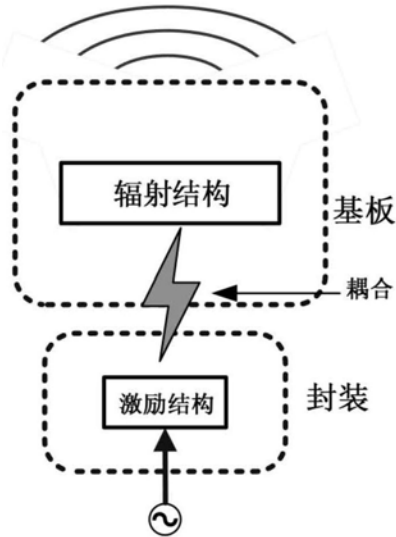


图1

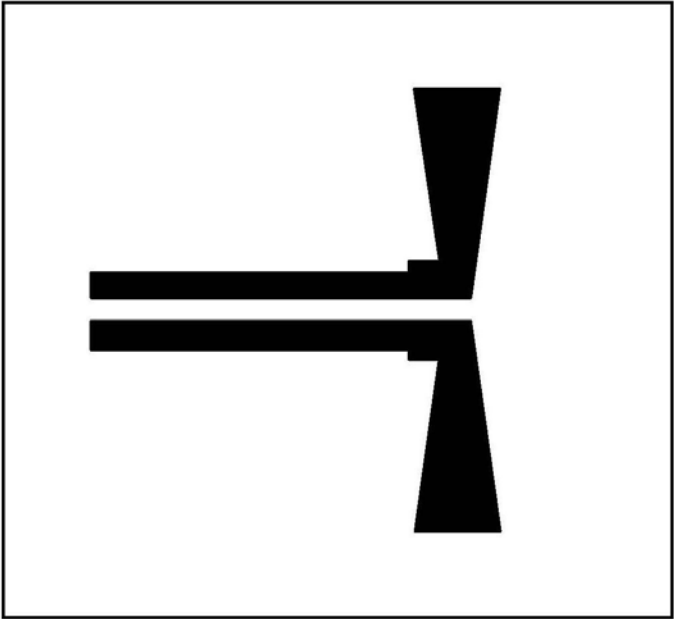


图2

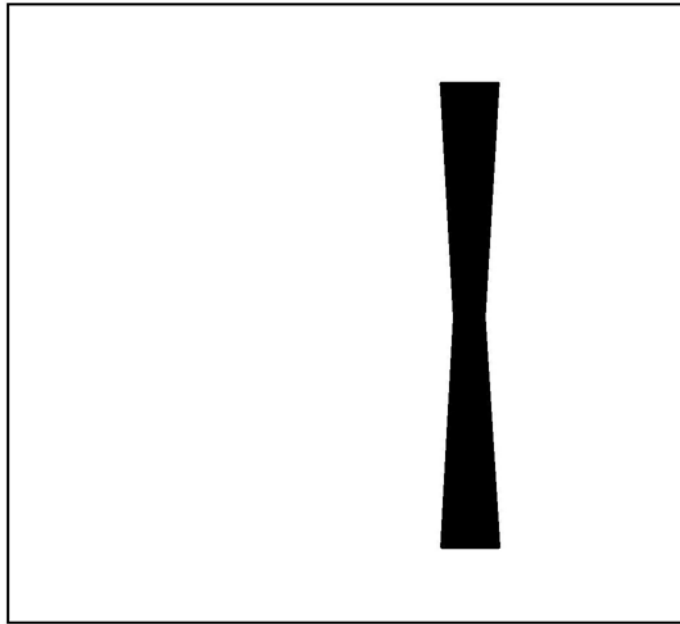


图3

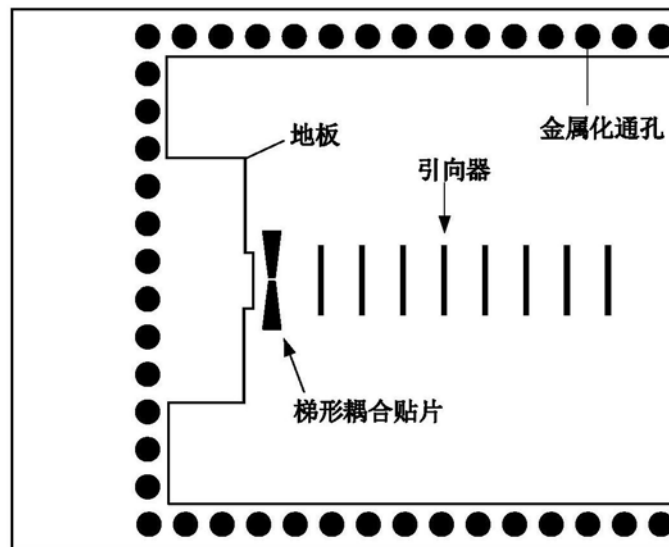


图4

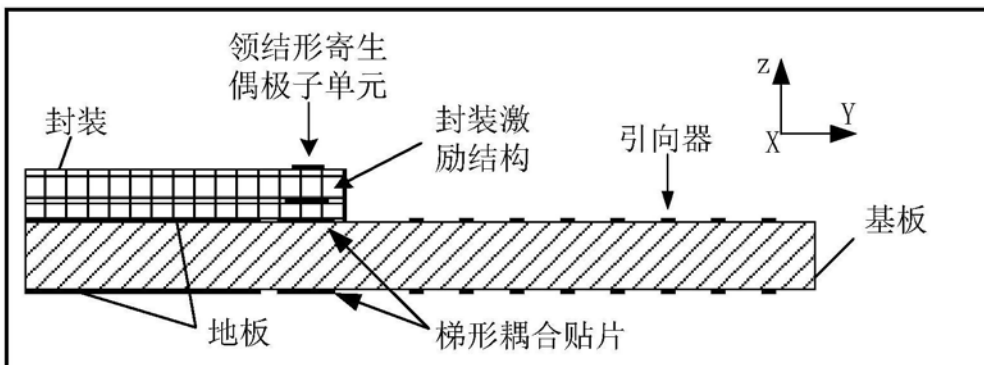


图5

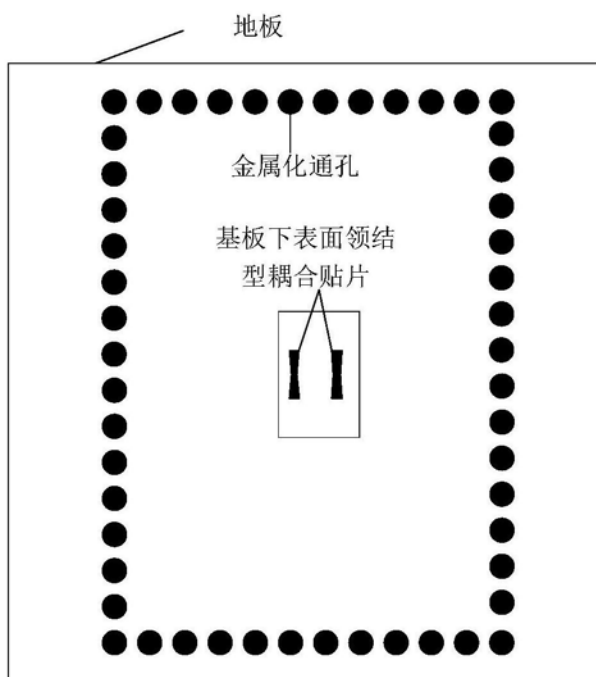


图6

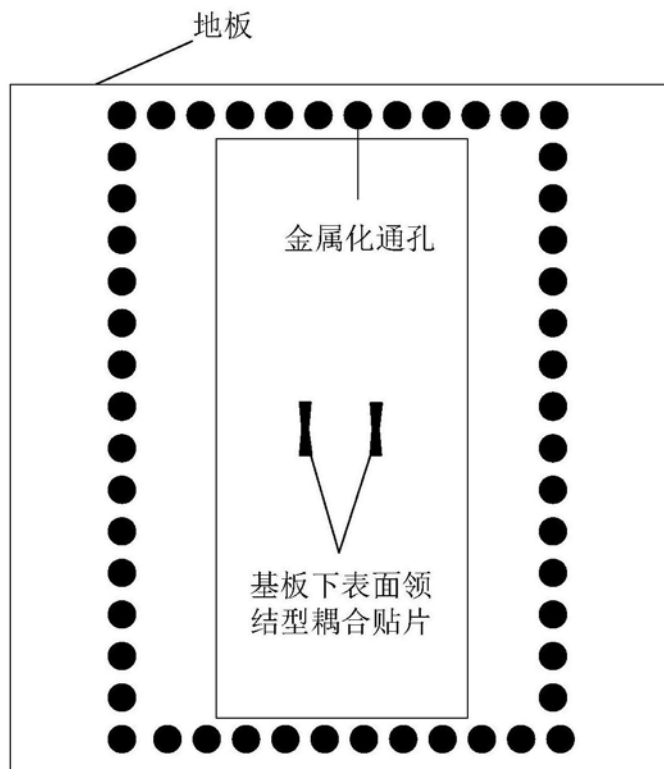


图7

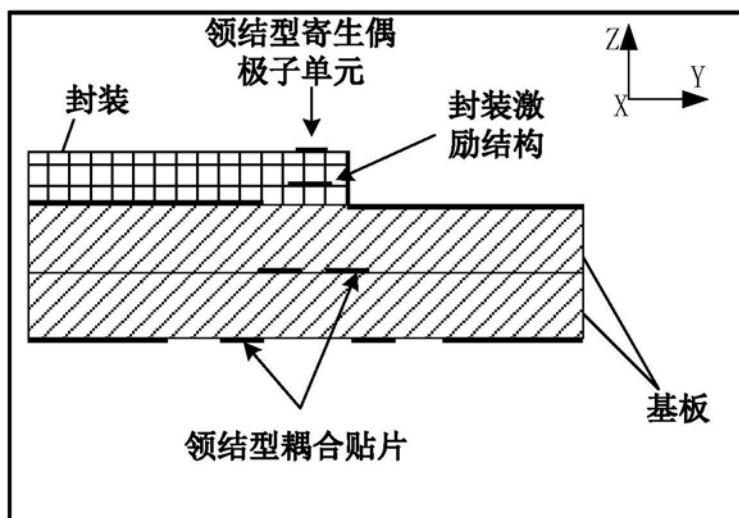


图8

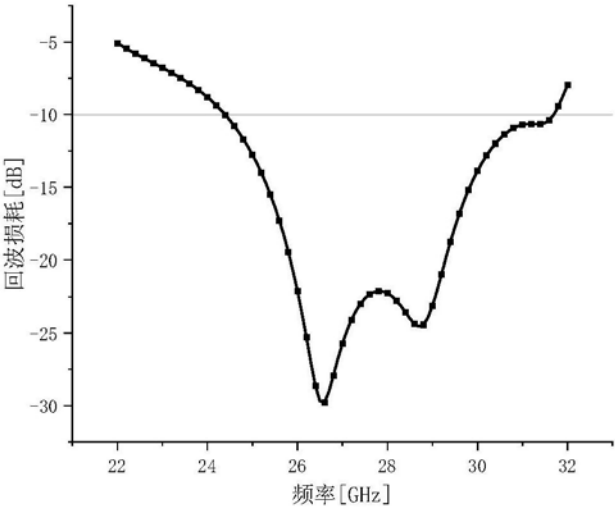


图9

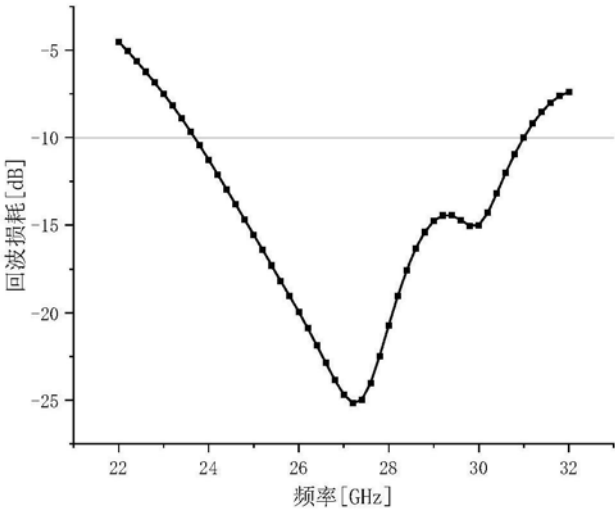


图10

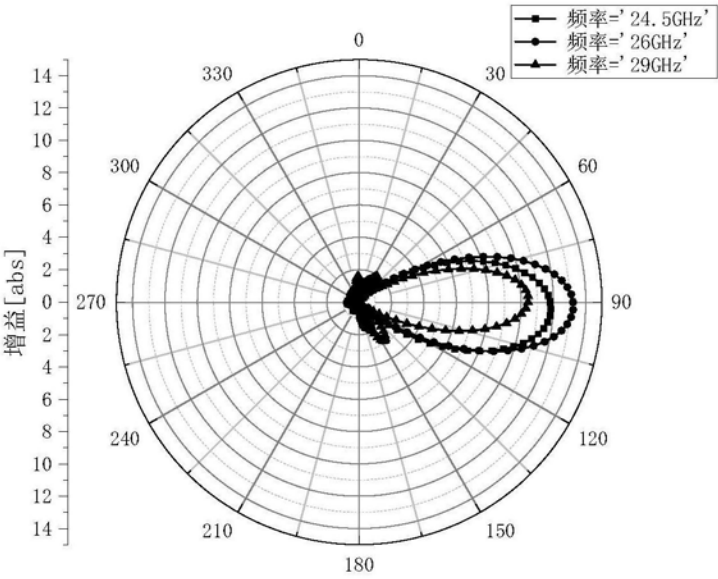


图11

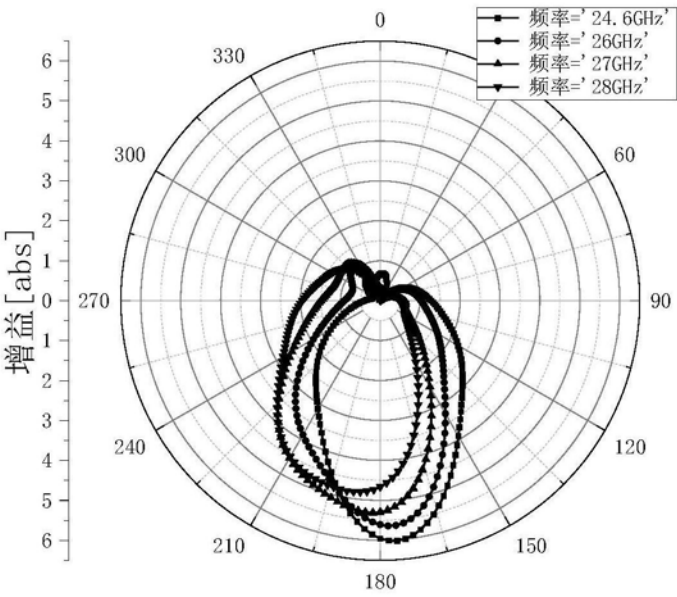


图12