



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112533358 A

(43) 申请公布日 2021.03.19

(21) 申请号 202011330388.3

(22) 申请日 2020.11.24

(71) 申请人 中国电子科技集团公司第十三研究所

地址 050051 河北省石家庄市合作路113号

(72) 发明人 赵健 王朋 耿同贺 宋铖  
王志会 李增路 金森 祁广峰  
秦立峰 柳祥 张鹏 段翠娇  
王子兆 王青 张亚君

(74) 专利代理机构 石家庄国为知识产权事务所  
13120

代理人 付晓娣

(51) Int. Cl.

H05K 1/02 (2006.01)

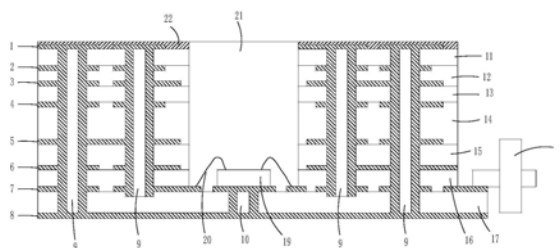
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

高频微波多层电路板及高频微波组件

(57) 摘要

本发明提供了一种高频微波多层电路板及高频微波组件,属于微波电路板技术领域,包括多层PCB基板以及芯片,多层PCB基板包括依次层叠的顶层介质板、多层中间介质板以及底层介质板,多层PCB基板上设有凹槽,凹槽深至多层中间介质板的任一层或深至底层介质板;芯片键合于凹槽内外露的底层介质板上,芯片通过键合丝沿底层介质板射频传输,凹槽构成波导腔;芯片正下方的底层介质板设有接地孔,芯片通过接地孔接地;多层PCB基板上设有贯穿各层介质板的导电孔,各层介质板通过导电孔实现互连。本发明提供的高频微波多层电路板,大幅缩短了射频传输的微波地和结构地之间的距离,即减小了微波地和结构地之间的寄生电感,优化了高频传输性能。



1. 高频微波多层电路板,其特征在于,包括:

多层PCB基板,包括依次层叠的顶层介质板、多层中间介质板以及底层介质板,所述多层PCB基板上设有凹槽,所述凹槽深至所述多层中间介质板的任一层或深至所述底层介质板;

芯片,键合于所述凹槽内外露的所述底层介质板上,所述芯片通过键合丝沿所述底层介质板射频传输,所述凹槽构成波导腔;

所述芯片正下方的所述底层介质板设有接地孔,所述芯片通过所述接地孔接地;所述多层PCB基板上设有贯穿各层介质板的导电孔,各层介质板通过所述导电孔实现互连。

2. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述底层介质板为TSM-DS3高频板;所述顶层介质板和多层中间介质板均采用FR4板和/或FR28印制板。

3. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述顶层介质板的顶面、各层介质层之间以及所述底层介质板的底面均设有铜箔。

4. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述顶层介质板及多层中间介质板的厚度分别为4-20 $\mu\text{m}$ 。

5. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述底层介质板的厚度为8-12 $\mu\text{m}$ 。

6. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述凹槽为台阶槽,所述台阶槽的槽底和所述台阶槽的台阶面分设在不同的介质板上。

7. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述顶层介质板及中间各层介质板上印制有电路图形,同层介质板上的电路图形采用带状线传输,不同介质板之间的电路图形通过导电孔互连。

8. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述顶层介质板的顶面设有阻焊层。

9. 如权利要求1所述的高频微波多层电路板,其特征在于,所述芯片为MMIC单片集成电路。

10. 高频微波组件,其特征在于,包括箱体、射频绝缘子以及如权利要求1-9任一项所述的高频微波多层电路板,所述高频微波多层电路板设置在所述箱体的底部,所述射频绝缘子设置在所述箱体的侧面,所述射频绝缘子与所述底层介质板相连。

## 高频微波多层电路板及高频微波组件

### 技术领域

[0001] 本发明属于微波电路板技术领域,更具体地说,是涉及一种高频微波多层电路板及采用该多层电路板的高频微波组件。

### 背景技术

[0002] 微波集成电路工作在微波波段和毫米波波段,由微波无源器件、有源器件、传输线和互连接头集成在一块PCB(Printed Circuit Board,中文名称为印制电路板,又称印刷线路板)上,具有某种功能的电路。

[0003] 微波集成电路最为重要的应用是通信和射频领域,随着微波技术的不断发展,微波集成电路的集成化程度越来越高。自从上世纪60年代利用厚膜工艺制造的混合微波集成电路(HMIC),一直发展到目前多层多芯片模块(MCM)和系统封装(SIP-System In a Package),微波组件发展的趋势是体积的小型化和PCB的高集成化。

[0004] 随着微波集成电路应用的频率越来越高,且受限于整个系统的体积和高集成度要求。现在对微波集成电路中PCB基板的性能要求极高,因此必须应用集成度高,且微波性能优越的微波多层PCB进行射频电路的设计。

[0005] 传统的设计方法是将射频封装元器件或芯片电路装配在多层(常用2层、6层、8层或更多层的PCB基板)PCB基板的顶层(Top layer或第一层),利用电路板间从Top层到底层(Bottom层或最后一层)的金属通孔进行微波接地,因此在高频应用场景下,由于PCB基板厚度的原因,微波组件的射频地和结构地之间存在高频寄生电感。PCB多层基板厚度越厚,此电感量越大,对微波高频传输特性的恶化就越明显,最终导致微波组件产品性能变差,影响整机工作状态。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种高频微波多层电路板,旨在解决射频地和结构地之间存在的寄生电感较大,导致射频器件性能差,后续产品调试效率低的问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:提供一种高频微波多层电路板,包括多层PCB基板以及芯片,多层PCB基板包括依次层叠的顶层介质板、多层中间介质板以及底层介质板,所述多层PCB基板上设有凹槽,所述凹槽深至所述多层中间介质板的任一层或深至所述底层介质板;芯片键合于所述凹槽内外露的所述底层介质板上,所述芯片通过键合丝沿所述底层介质板射频传输,所述凹槽构成波导腔;所述芯片正下方的所述底层介质板设有接地孔,所述芯片通过所述接地孔接地;所述多层PCB基板上设有贯穿各层介质板的导电孔,各层介质板通过所述导电孔实现互连。

[0008] 作为本申请另一实施例,所述底层介质板为TSM-DS3高频板;所述顶层介质板和多层中间介质板均采用FR4板和/或FR28印制板。

[0009] 作为本申请另一实施例,所述顶层介质板的顶面、各层介质层之间以及所述底层介质板的底面均设有铜箔。

- [0010] 作为本申请另一实施例,所述顶层介质板及多层中间介质板的厚度分别为4-20 $\mu$ m。
- [0011] 作为本申请另一实施例,所述底层介质板的厚度为8-12 $\mu$ m。
- [0012] 作为本申请另一实施例,所述凹槽为台阶槽,所述台阶槽的槽底和所述台阶槽的台阶面分设在不同的介质板上。
- [0013] 作为本申请另一实施例,所述顶层介质板及中间各层介质板上印制有电路图形,同层介质板上的电路图形采用带状线传输,不同介质板之间的电路图形通过导电孔互连。
- [0014] 作为本申请另一实施例,所述顶层介质板的顶面设有阻焊层。
- [0015] 作为本申请另一实施例,所述芯片为MMIC单片集成电路。
- [0016] 本发明另一目的在于提供一种高频微波组件,包括箱体、射频绝缘子以及所述的高频微波多层电路板,所述高频微波多层电路板设置在所述箱体的底部,所述射频绝缘子设置在所述箱体的侧面,所述射频绝缘子与所述底层介质板相连。
- [0017] 本发明提供的高频微波多层电路板的有益效果在于:本发明高频微波多层电路板,在多层PCB基板上设有凹槽,射频芯片安装到凹槽槽底外露的介质板上,接地孔在芯片正下方的介质板上设置,因此大幅缩短了射频传输的微波地和结构地之间的距离,即减小了微波地和结构地之间的寄生电感,优化了高频传输性能。
- [0018] 本发明提供的高频微波组件,由于采用了设置凹槽的多层PCB板,能够缩短微波地与接地地之间的距离,减小射频地和结构地之间存在的寄生电感,因此能够减小微波PCB的射频地和微波产品盒体的结构地之间的寄生电感,最大限度的减小由此导致的微波射频器件性能的恶化;同时由于PCB板的集成度高,提高微波组件产品后续的生产的调试效率,提高工作频率,使用频率可覆盖DC-40GHz,具有很好的通用性。

## 附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术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。

[0020] 图1为本发明实施例提供的高频微波多层电路板的结构示意图。

[0021] 图中:1、第一层铜箔;2、第二层铜箔;3、第三层铜箔;4、第四层铜箔;5、第五层铜箔;6、第六层铜箔;7、第七层铜箔;8、第八层铜箔;9、导电孔;10、接地孔;11、顶层介质板;12、第一层介质板;13、第二层介质板;14、第三层介质板;15、第四层介质板;16、第五层介质板;17、底层介质板;18、射频绝缘子;19、芯片;20、键合丝;21、凹槽;22、阻焊层。

## 具体实施方式

[0022] 为了使本发明所要解决的技术问题、技术方案及有益效果更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0023] 请参阅图1,现对本发明提供的高频微波多层电路板进行说明。所述高频微波多层电路板,包括多层PCB基板以及芯片19,多层PCB基板包括依次层叠的顶层介质板11、多层中

间介质板以及底层介质板17,多层PCB基板上设有凹槽21,凹槽21深至所述多层中间介质板的任一层或深至底层介质板17;芯片19键合于凹槽21内外露的底层介质板17上,芯片19通过键合丝20沿底层介质板17射频传输,凹槽21构成波导腔;芯片19正下方的底层介质板17设有接地孔,芯片19通过接地孔接地;多层PCB基板上设有贯穿各层介质板的导电孔9,各层介质板通过导电孔9实现互连。

[0024] 寄生电感一半是在PCB过孔(也即本文导电孔9)设计所要考虑的,在高速数字电路的设计中,过孔的寄生电感带来的危害往往大于寄生电容的影响。它的寄生串联电感会削弱旁路电容的贡献,减弱整个电源系统的滤波效用。

[0025] 印刷电路板布线产生的主要寄生元件包括:寄生电阻、寄生电容和寄生电感。例如:PCB的寄生电阻由元件之间的走线形成;电路板上的走线、焊盘和平行走线会产生寄生电容;寄生电感的产生途径包括环路电感、互感和过孔。当将电路原理图转化为实际的PCB时,所有这些寄生元件都可能对电路的有效性产生干扰。

[0026] 本发明提供的高频微波多层电路板,与现有技术相比,在多层PCB基板上设有凹槽21,射频芯片19安装到凹槽21槽底外露的介质板上,接地孔在芯片19正下方的介质板上设置,因此大幅缩短了射频传输的微波地和结构地之间的距离,即减小了微波地和结构地之间的寄生电感,优化了高频传输性能。

[0027] 作为本发明提供的高频微波多层电路板的一种具体实施方式,请参阅图1,底层介质板17为TSM-DS3高频板;顶层介质板11和多层中间介质板均采用FR4板和/或FR28印制板。

[0028] 本实施例中TSM-DS3高频板是美国TACONIC公司提供的高频介质基板,是一种陶瓷粉填充增强、非常低玻璃纤维填充的聚四氟乙烯(PTFE)覆铜箔层压板材料。具有以下特点:非常好的介质损耗( $DF=0.011.10GHz$ );具有高热导 $0.65W/m^*K$ ;低的玻璃纤维含量(约5%左右);相较环氧树脂介质体系,满足二维高度尺寸稳定性;满足高多层印制电路板的加工需求;可获得预期设计一致性要求的复杂印制电路板加工;可兼容电阻铜箔。

[0029] 本发明利用TSM-DS3高频板,能够降低传输损耗,提高传输的可靠性。

[0030] FR4板是环氧玻璃纤维布层压板,是由环氧树脂+玻璃布压合而成的双面覆铜PCB板材。FR4环氧玻璃纤维布层压板也即环氧玻纤层压板,是以环氧树脂作粘合剂,以电子级玻璃纤维布作增强材料的一类基板。它的粘结片和内芯薄型覆铜箔,是制作多层印制电路板的重要基材。环氧玻纤布层压板的机械性能、尺寸稳定性、抗冲击性、耐湿性能比纸基板高。它的电气性能优良,工作温度较高,本身性能受环境影响小。在加工工艺上,要比其他树脂的玻纤布基板具有很大的优越性。

[0031] 作为本发明实施例的一种具体实施方式,请参阅图1,顶层介质板11的顶面、各层介质层之间以及底层介质板17的底面均设有铜箔,导电孔9内壁及接地孔内壁也设置铜箔。利用铜箔,将各层电路互连,也与接地连接。多层PCB基板的外形、尺寸、孔位置以及与射频绝缘子18的连接方式,可以根据实际需求做出相应更改。相应地,各层厚度尺寸也根据设计要求作出调整。

[0032] 作为本发明实施例的一种具体实施方式,参阅图1,顶层介质板11及多层中间介质板的厚度分别为 $4-20\mu m$ 。各层厚度可以相同,也可以不同,也即可以选择 $4-20\mu m$ 之间的任一数值,例如 $5\mu m$ 、 $10\mu m$ 、 $15\mu m$ 等。

[0033] 作为本发明实施例的一种具体实施方式,请参阅图1,底层介质板17的厚度为 $8-12$

$\mu\text{m}$ 。例如,为 $10\mu\text{m}$ 、 $11\mu\text{m}$ 等。相应地,层厚尺寸也根据设计要求作出调整。

[0034] 作为本发明实施例的一种具体实施方式,请参阅图1,凹槽21为台阶槽,台阶槽的槽底和台阶槽的台阶面分设在不同的介质板上。也即,本发明的芯片19不是安装在顶层介质板11上,而是通过设置凹槽21,安装在顶层介质板11下面的介质板上,目的在于缩短射频传输的微波地和结构地之间的距离,就能够减小微波地和结构地之间的寄生电感,优化高频传输性能。基于此目的,凹槽21的结构可以根据设计要求进行调整,也即设计为台阶型。

[0035] 作为本发明实施例的一种具体实施方式,请参阅图1,顶层介质板11及中间各层介质板上印制有电路图形,同层介质板上的电路图形采用带状线传输,不同介质板之间的电路图形通过导电孔9互连。

[0036] 作为本发明实施例的一种具体实施方式,请参阅图1,顶层介质板11的顶面设有阻焊层22,起到钝化保护的作用。

[0037] 作为本发明实施例的一种具体实施方式,请参阅图1,芯片19为MMIC单片集成电路。

[0038] 本发明实施例以八层铜箔、七层介质板层叠多层PCB基板为例进行说明。

[0039] 图1中包括八层铜箔,从顶层到底层依次为第一层铜箔1、第二层铜箔2、第三层铜箔3、第四层铜箔4、第五层铜箔5、第六层铜箔6、第七层铜箔7、第八层铜箔8;从顶层到底层依次为顶层介质板11、第一层介质板12、第二层介质板13、第三层介质板14、第四层介质板15、第五层介质板16、底层介质板17。

[0040] 高频微波组件需要良好接地的单片集成电路MMIC,通过将多层混压的PCB基板设置凹槽21,只留下第七层介质(TSM-DS3),第七层介质板保留上下两层的铜箔(第七层和第八层铜箔),将射频芯片19使用导电胶粘接到第七层铜箔7上,使用金丝键合方式连接,电源和控制线路分配在除6-8层外的其余层,芯片19通过从第七层铜箔7到第八层铜箔的接地孔10进行接地。

[0041] 同时,信号可通过第七层铜箔7连接到SMA绝缘子,实现射频输出,也可实现较好的微波性能。

[0042] 本发明射频部分采用共面波导和带状线两种形式,其中凹槽21部分射频走线采用共面波导形式,板间走线采用带状线形式。

[0043] 本发明提供的射频传输方式可理解为射频为双面板传输,电源和控制线路为多层板传输,与传统方式相比,既解决了普通双面板集成度差,工艺装配复杂,效率低下的缺点,又解决了传统多层板微波传输性能差,生产调试困难的缺点,是高频微波组件实现方式的较好方式或方法。

[0044] 本发明另一目的在于提供一种高频微波组件,包括箱体、射频绝缘子18以及高频微波多层电路板,高频微波多层电路板设置在箱体的底部,射频绝缘子18设置在箱体的侧面,射频绝缘子18与底层介质板17相连。

[0045] 其中,多层PCB基板利用导电胶粘接到组件箱体结构内部的镀金表面上,接地良好,与输入输出射频和控制接头通过金带或者金丝键合连接,匹配良好。

[0046] 本发明提供的高频微波组件,由于采用了设置凹槽21的多层PCB基板,能够缩短微波地与接地地之间的距离,减小射频地和结构地之间存在的寄生电感,因此能够减小微波PCB板的射频地和微波产品盒体的结构地之间的寄生电感,最大限度的减小由此导致的微

波射频器件性能的恶化;同时由于PCB板的集成度高,提高微波组件产品后续的生产的调试效率,提高工作频率,使用频率可覆盖DC-40GHz,具有很好的通用性。

[0047] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

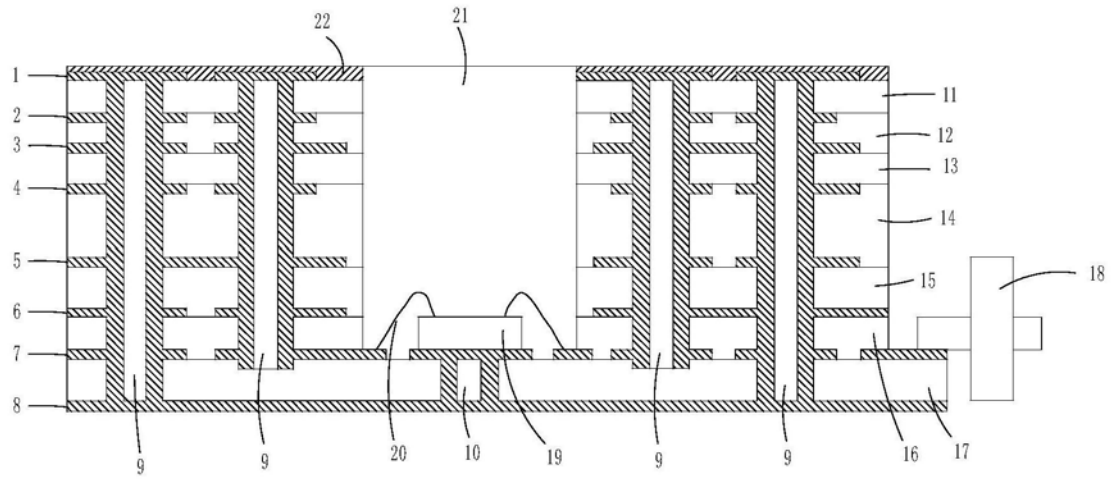


图1