

学校编码: 10384
学号: 20720101150100

分类号 _____ 密级 _____
UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

微波陶瓷与树脂复合微波覆铜板
的研制与应用

Preparation and Application of Copper Clad Laminate with
Microwave Ceramic and Resin for Microwave PCB

张国锋

指导教师姓名: 熊兆贤 教授

专业名称: 材料学

论文提交日期: 2013年6月

论文答辩时间: 2013年6月

学位授予日期: 2013年6月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2013年6月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为(熊兆贤教授)课题(组)的研究成果,获得(熊兆贤教授)课题(组)经费或实验室的资助,在(熊兆贤教授)实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1.经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2.不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘 要

有机树脂的特殊结构使它兼具无机和有机化合物的特点,是一种具有优异综合性能的树脂。其具有较低的介电常数和较低的介质损耗因子,同时具有高的耐热性和低的吸水性,并且在宽广的温度和高频范围内介电性能稳定,可用作介电性能好、高频特性好、耐高温的印制电路板(PCB)基体树脂。为了实现更低介电常数和更低介质损耗因子的高速信息传输或者实现更高介电常数和低介质损耗因子的小体积微波电路,需要进行改性研究获得优良复合PCB材料。

首先,针对有机树脂力学强度较差的问题,本论文从成型温度和压力等热压工艺条件入手,探究了玻璃纤维增强树脂介质复合板的制备工艺并探讨了其介电和力学等性能。

其次,为了进一步降低有机树脂的介电常数和介质损耗因子,本论文通过在树脂胶液中共混不同含量的改性树脂,研究了改性树脂介质复合板的性能。研究发现能较好的预测该工艺下改性树脂介质复合材料的介电常数和介质损耗因子。

同时,为了获得高介电常数低介质损耗因子的介质复合板,本论文采用探讨微波陶瓷粉填充改性树脂介质复合板的性能。结果表明,在烧结温度为时,高介微波陶瓷晶粒大小均匀,致密度高,介电性能优异,研究发现,随着高介瓷粉填充量的增加,填充改性树脂介质复合板密度、吸水率、介电常数和介质损耗因子逐渐增大,抗弯强度逐渐降低。

最后,以自制的高介树脂基微波覆铜板为基板材料,制作微带天线。探讨了微带天线的频点、带宽及回波损耗等性能。结果表明:

制备的北斗卫星平面微带天线具有较好的S11性能,实测的带宽及回波损耗结果与仿真结果基本符合,但由于制作过程中存在一定的公差,导致实测的中心频点

比仿真结果大。

关键词：树脂；微粉；微波陶瓷粉；微波覆铜板；微带天线

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

reEn has both its inorganic and organic structural characteristics, so that it possesses excellent performance. reEn matrix compoEtes are usually selected as high-frequency microwave circuit boards materials uEng in printed circuit board (PCB) for its low dielectric constant and low dielectric loss. New type of microwave PCB was developed in this paper, in order to achieve lower dielectric constant and lower dielectric loss for the high-speed information transfer, or to achieve higher dielectric constant for small scale microwave circuit.

Firstly, the heat-pressure molding process for reEn dielectric compoEte panels with glass fiber reinforced was discussed in order to improve the poor mechanical performance. The results showed that the best values of denEty, water absorption, flexural strength, dielectric constant (ϵ_r) and dielectric loss factor ($\tan\delta$) were , respectively. These excellent properties were obtained for reEn dielectric compoEte heat pressed at °C and MPa. The dielectric properties of reEn dielectric compoEte panels could be further improved by after-treatment .

Secondly, aiming at getting the lower dielectric loss of reEn, the compoEtes of reEn and polyphenylene ether (A) were also prepared. The results indicated that the best values of denEty, water absorption, flexural strength, ϵ_r and $\tan\delta$ of respectively, were obtained for % A blends modified reEn dielectric compoEte panels. Meanwhile, A was well-dispersed in reEn, when the content of A was less than wt%. The dielectric properties of A blends modified reEn dielectric compoEte panels could be predicted by fitted equations.

Moreover, the high dielectric constant microwave ceramic powers and modified reEn were also prepared, in order to achieve high dielectric constant copper clad laminate. High dielectric constant microwave ceramics and filler powders were prepared via the conventional solid-state reaction route and mechanical pulverizing

method. The properties of microwave ceramic powders filling modified reEn dielectric composite substrates were studied. The results showed that excellent dielectric properties of were obtained for high dielectric constant microwave ceramics with Entering at. The microwave ceramic powders synthesized by mechanical pulverizing method had good crystalline character and narrow size distribution with D_{50} μm . Furthermore, with the increment of microwave ceramic powders filling in reEn, the density, water absorption, dielectric constant and dielectric loss factor increased gradually, while the flexural strength decreased. The results demonstrated that the values of density, water absorption, flexural strength, ϵ_r , and $\tan\delta$ of , respectively, were obtained for % microwave ceramic powders filling modified reEn dielectric composite substrates. The dielectric properties of microwave ceramic powders filling modified reEn dielectric composite substrates could be predicted by fitted equations .

Finally, a kind of microstrip patch antenna was fabricated by using of high dielectric constant microwave copper clad laminate as antenna substrate. The results demonstrated that the values of ϵ_r and $\tan\delta$ of , respectively, were obtained for % microwave ceramic powders filling modified reEn. The Beidou planar microstrip antennas were displayed good S11 properties. The measured bandwidth and return loss were similar to the simulation data, but the measured resonant frequencies were higher than the simulation data.

Keywords: reEn; polyphenylene ether; microwave ceramic powder; microwave copper clad laminate; microstrip patch antenna

目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	III
目 录.....	i
Contents	vi
第一章 绪论	1
1.1 前言.....	1
1.2 覆铜箔层压板的发展历程.....	2
1.3 覆铜板主要用树脂基体.....	3
1.3.1 环氧树脂 (EP)	3
1.3.2 改性树脂 (PPE 或 A)	4
1.3.3 聚酰亚胺树脂 (PI)	4
1.3.4 双马来酰亚胺树脂 (BMI)	5
1.3.5 聚四氟乙烯树脂 (PTFE)	5
1.3.6 氰酸酯树脂 (CE)	6
1.3.7 有机树脂.....	7
1.3.7.1 有机树脂的定义	7
1.3.7.2 有机树脂的性能	8
1.3.7.3 有机树脂的改性	11
1.4 覆铜板用增强材料.....	12
1.4.1 开纤加工的玻纤布	13
1.4.2 新型极薄玻璃纤维布	13
1.4.3 低介电常数的玻纤布	13
1.4.4 高介电常数的玻纤布	15
1.5 覆铜板用填料.....	15

1.6 覆铜板用铜箔.....	17
1.7 微波覆铜板的技术性能要求.....	18
1.7.1 低介电常数微波覆铜板.....	20
1.7.2 高介电常数微波覆铜板.....	22
1.8 本论文的研究意义及主要内容.....	23
第二章 树脂基微波覆铜板的制备工艺及表征方法.....	24
2.1 引言.....	24
2.2 实验药品与仪器.....	24
2.2.1 实验药品.....	24
2.2.2 实验仪器.....	25
2.3 制备工艺.....	26
2.3.1 玻璃纤维布表面处理.....	26
2.3.2 浸胶液的配制.....	26
2.3.3 浸胶、干燥.....	26
2.3.4 裁剪、叠层.....	26
2.3.5 热压.....	26
2.3.6 冷却脱模.....	26
2.3.7 后处理.....	26
2.4 微带天线的制备方法.....	27
2.5 表征手段与测试方法.....	28
2.6 本章小结.....	31
第三章 玻璃纤维增强树脂介质复合板的结果与讨论.....	32
3.1 引言.....	32
3.2 玻璃纤维增强树脂介质复合板的制备方法.....	32
3.3 树脂性能测试结果.....	33
3.3.1 树脂热重分析结果.....	33
3.3.2 树脂红外表征结果.....	34
3.3.3 树脂粘度测定结果.....	35

3.3.4 树脂凝胶化时间测试结果	35
3.4 成型压力对树脂介质复合板性能的影响	38
3.4.1 成型压力对树脂介质复合板密度的影响	38
3.4.2 成型压力对树脂介质复合板吸水率的影响	39
3.4.3 成型压力对树脂介质复合板抗弯强度的影响	40
3.4.4 成型压力对树脂介质复合板介电性能的影响	41
3.4.5 树脂介质复合板显微形貌分析	42
3.5 后处理对树脂介质复合板介电性能的影响	43
3.6 本章小结	44
第四章 改性树脂介质复合板的结果与讨论	45
4.1 引言	45
4.2 改性树脂介质复合板的制备方法	45
4.3 微粉性能测试结果	46
4.3.1 微粉热重分析结果	46
4.3.2 微粉红外分析结果	46
4.4 改性树脂介质复合板性能研究	47
4.4.1 热重分析与研究	47
4.4.2 FTIR 表征与讨论	48
4.4.3 密度测量与分析	49
4.4.4 吸水率分析与讨论	50
4.4.5 抗弯强度测试与分析	51
4.4.6 介电性能结果与讨论	52
4.4.7 显微形貌观察与分析	54
4.4.8 改性树脂 PCB 板热压过程出现问题及解决办法	56
4.5 本章小结	57
第五章 微波陶瓷粉填充改性树脂介质复合板的结果与讨论	58
5.1 引言	58
5.2 高介电常数微波陶瓷粉的制备与测试	58

5.2.1 高介电常数微波陶瓷粉的制备方法	58
5.2.2 高介电常数微波陶瓷粉性能测试方法	59
5.3 高介电常数微波陶瓷粉的性能研究.....	59
5.3.1 烧结密度测量与讨论	59
5.3.2 物相结构分析与研究	60
5.3.3 显微形貌观察与分析	61
5.3.4 介电特性测试与讨论	63
5.3.5 陶瓷粉体粒径分布测试与分析	64
5.4 微波陶瓷粉填充改性树脂介质复合板性能研究	66
5.4.1 瓷粉填充改性树脂介质复合板的制备方法	66
5.4.2 热重分析与研究	66
5.4.3 FTIR 表征与讨论	67
5.4.4 密度测量与分析	69
5.4.5 吸水率分析与讨论	70
5.4.6 抗弯强度测试与分析	70
5.4.7 介电性能结果与讨论	71
5.4.8 显微形貌观察与分析	73
5.5 本章小结.....	77
第六章 树脂基微波覆铜板在微带天线上的应用	78
6.1 引言.....	78
6.2 微带天线基板的制作方法及其性能研究.....	79
6.3 微带天线的制作方法.....	80
6.4 微带天线仿真与实测结果.....	83
6.5 本章小结.....	86
第七章 总结与展望	87
7.1 结论.....	87
7.2 主要创新点.....	88
7.3 工作展望.....	88

参考文献	89
攻读硕士学位期间科研成果	96
致谢.....	97

厦门大学博硕士论文摘要库

Contents

Abstrac in Chinese	I
Abstract in English	III
Contents in Chinese	i
Contents in English	vi
Chapter 1 Introduction	1
1.1 Introduction	1
1.2 Development history of copper clad laminates	2
1.3 Matrix reEns applied in copper clad laminates	3
1.3.1 Epoxy reEn (EP).....	3
1.3.2 Polyphenylene reEn (PPE or A)	4
1.3.3 Polyimide reEn (PI).....	4
1.3.4 Bismaleimide reEn (BMI)	5
1.3.5 Polytetrafluoroethylene reEn (PTFE).....	5
1.3.6 Cyanate reEn (CE).....	6
1.3.7 reEn	7
1.3.7.1 Definition of reEn	7
1.3.7.2 Performance of reEn	8
1.3.7.3 Modification of reEn.....	11
1.4 Reinforceing materials in copper clad laminates	12
1.4.1 Special processed glass cloth.....	13
1.4.2 New-style thin glass cloth	13
1.4.3 Low dielectric constant glass cloth.....	13
1.4.4 High dielectric constant glass cloth.....	15
1.5 Filler in copper clad laminates	15
1.6 Copper foil in copper clad laminates	17

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士学位论文摘要库