



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103708412 B

(45) 授权公告日 2016.01.20

(21) 申请号 201310533362.2

and Chemistry》. 1992, 第 40 卷 (第 5 期), Pages 365 - 367.

(22) 申请日 2013.10.29

(73) 专利权人 太原科技大学

审查员 裴芳莹

地址 030024 山西省太原市万柏林区窰流路 66 号

(72) 发明人 刘翠荣 阴旭 南粤 杜超

(51) Int. Cl.

B81C 1/00(2006.01)

B81B 7/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1135267 A, 1996.11.06,

CN 102768903 A, 2012.11.07,

CN 1471353 A, 2004.01.28,

CN 1764861 A, 2006.04.26,

梁晋昌等. 金属与陶瓷阳极连接高压脉冲电源的设计. 《机械管理开发》. 2007, 第 38-40 页.

P. Ferloni, et al. EFFECTS OF GAMMA-RADIATION ON THE POLYMER ELECTROLYTE P(EO)₈·LiClO₄. 《International Journal of Radiation Applications and Instrumentation. Part C. Radiation Physics

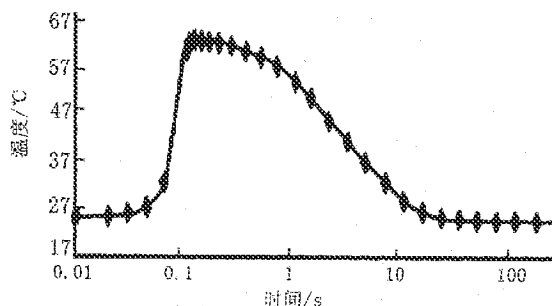
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种微机电系统封装方法

(57) 摘要

本发明公开了一种微机电系统封装方法,属于集成电路封装技术领域。所述方法包括:将 P(EO)_n-LiX 与金属材料进行静电键合,所述 P(EO)_n-LiX 的 n=4—60, X=SCN, N(CF₃SO₂)₂, ClO₄, CF₃SO₃。本发明通过组分的设计和添加剂的调整,制备出适合与金属材料键合的离子导电高分子固体电解质材料 P(EO)_n-LiX。



1. 一种微机电系统封装方法,其特征在于,所述方法包括:

将 $P(EO)_n-LiX$ 与金属材料进行静电键合,所述 $P(EO)_n-LiX$ 的 $n = 4-60$, $X = SCN$, $N(CF_3SO_2)_2$, ClO_4 , CF_3SO_3 ;

所述方法还包括:

采用高压脉冲电源设备对所述 $P(EO)_n-LiX$ 与金属材料进行静电键合;

所述高压脉冲电源设备可输出直流与脉冲方波两种状态;

所述静电键合采用正交试验法和回归分析法,结合第一性原理模拟优化设计结果,确定工艺参数,所述工艺参数包括温度、电场强度、电流、压力、反应时间、添加剂百分比;

所述静电键合过程中应用有限元软件,分析温度场和应力应变场的分布规律;

所述静电键合过程中通过建立离子导电聚合物与金属静电键合模型,设计封装结构。

一种微机电系统封装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及集成电路封装技术领域,特别涉及一种微机电系统封装方法。

背景技术

[0002] 20 世纪后半叶,随着大规模集成电路技术和微制造技术的发展,制造毫微米尺寸的微型机电一体化系统成为可能,许多微型机械将机构及其驱动器、传感器、控制器、电源集于很小的晶片上,从而形成了完备的微机电系统 (MicroElectro Mechanical System, MEMS)。目前, MEMS 已成为世界瞩目的重大科学技术研究领域之一,其研究成果广泛应用在航空航天、汽车、信息通讯、生物技术、医疗、分析诊断等领域,涌现出许多基于制造 MEMS 技术的各种微器件系统,如压力传感器、流量传感器、应变传感器、惯性运动传感器、微致动器、RF 开关和生物芯片等。

[0003] 封装技术是复杂 MEMS 制造的重要环节之一,直接影响 MEMS 的使用寿命和应用范围。目前封装技术主要有静电键合、熔融键合和胶接等。相对于静电键合,熔融键合和胶接技术存在效率低、污染晶片和寿命短等缺点,从而限制了他们的应用范围。而静电键合具有连接温度低、速度快、工艺简单、键合强度高、密封性好等优点,可以在不使用任何粘结剂的情况下对金属、硅片、陶瓷(玻璃)、形状记忆合金等功能材料进行键合。其连接实质是固体界面的电化学反应过程,在一定温度和电场作用下,通过固体电解质玻璃中碱金属离子的离解和迁移,在连接界面产生高电场和强静电吸引力,从而形成紧密接触及电化学反应连接。高分子固体电解质 (Solid Polymer Electrolytes, SPE),是近几年迅速发展起来的一种新型固体电解质材料。高分子固体电解质 (Solid Polymer Electrolytes, SPE),是近几年迅速发展起来的一种新型固体电解质材料。将 SPE 和金属类材料的静电键合封装技术用于微电子器件、能源器件和新光源器件等方面的研究具有重要科学意义和应用价值,该项研究已经引起较多发达国家学者的关注。

[0004] 现有技术中,用离子导电 SPE 组装的 MEMS 器件均涉及到高分子材料与金属的连接方法常为聚合法、真空蒸镀法、液态浇注法及粘接法等。

[0005] 在实现本发明的过程中,发明人发现现有技术至少存在以下问题:

[0006] 用离子导电 SPE 组装的 MEMS 器件均涉及到高分子材料与金属的连接方法导致:高分子固体电解质界面结合疏松、表面质量粗糙、电导率偏低,影响器件使用功能;缩短器件寿命,增加器件重量,降低器件机械效率。

发明内容

[0007] 为了解决现有技术的问题,本发明实施例提供了一种微机电系统封装。所述技术方案如下:

[0008] 一种微机电系统封装方法,其特征在于,所述方法包括:

[0009] 将 $P(EO)_n-LiX$ 与金属材料进行静电键合。

[0010] 可选地,所述 $P(EO)_n-LiX$ 的 $n=4-60$, $X=SCN, N(CF_3SO_2)_2, ClO_4, CF_3SO_3$ 。

[0011] 可选地,所述方法还包括:

[0012] 采用高压脉冲电源设备对所述 $P(\text{EO})_n\text{-LiX}$ 与金属材料进行静电键合。

[0013] 可选地,所述高压脉冲电源设备可输出直流与脉冲方波两种状态。

[0014] 可选地,所述静电键合采用正交试验法和回归分析法,结合第一性原理模拟优化设计结果,确定工艺参数,所述工艺参数包括温度、电场强度、电流、压力、反应时间、添加剂百分比。

[0015] 可选地,所述静电键合过程中应用有限元软件,分析温度场和应力应变场的分布规律。

[0016] 可选地,所述静电键合过程中通过建立离子导电聚合物与金属静电键合模型,设计封装结构。

[0017] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0018] 通过组分的设计和添加剂的调整,制备出适合与金属材料键合的离子导电高分子固体电解质材料 $P(\text{EO})_n\text{-LiX}$ 。

附图说明

[0019] 图 1 是本发明实施例提供的引线键合强度与清洁气体压力的关系示意图;

[0020] 图 2 是本发明实施例提供的平行封焊工艺过程中芯片上节点的温度与焊接时间的关系示意图。

具体实施方式

[0021] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0022] 实施例一

[0023] 将 $P(\text{EO})_n\text{-LiX}$ 与金属材料进行静电键合的过程,详述如下:

[0024] 通过研究 Li 离子在离子导电高分子固体电解质中的迁移机理,设计适合于和金属材料进行封装键合的离子导电高分子固体电解质 $P(\text{EO})_n\text{-LiX}$ 的成分,其中 $X=\text{SCN}$, $\text{N}(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2$, ClO_4 , CF_3SO_3 等, $n=4\text{-}60$,采用调整添加剂的种类和含量,研究温度等参数对离子迁移率和电导率的影响机理和规律,制备获得电性能良好的适合于和金属材料键合的 Li 系列的离子导电高分子固体电解质。

[0025] 可选地,针对离子导电高分子固体电解质与金属的静电键合设计一种高效率的高压脉冲电源设备,该设计可输出直流与脉冲方波两种状态,延长键合过程中峰值电流的有效持续时间,从而提高键合过程的平均电流与键合速率。

[0026] 实施例二

[0027] 在 $P(\text{EO})_n\text{-LiX}$ 与金属材料进行静电键合的过程中,主要采用正交试验法,选取最佳工艺参数,具体实施方式,详述如下:

[0028] 1. 方案安排

[0029] (1) 制定因素及位级表,考察温度,电压,表面粗糙度,冷却速度共四种因素,每种因素的取值为三个。

[0030] (2) 用 $L_9(3^4)$ 表确定试验条件,则有 4 个纵列和 9 个横行,4 列最多能考察 4 种因

素,每列有三个位级,现有四种因素,各分三个位级,把4种因素分别放到4列上,然后,按照因素位级表,把各列的位级数码换成因素的取值。这时,9个横行就是要试验的9个条件。

[0031] 2. 试验结果

[0032] 每种条件做一次试验,每次结果按键合效果的质量评分,质量好的评分高,并记录九次的评分。

[0033] 3. 计算与分析

[0034] (1) 算出每列因素各个位级的三次得分之和。

[0035] (2) 计算极差R,对每一列,从I,II和III中最大数减最小数,等于极差R,四个极差记在表中最下一行,极差大意味着三个位级造成的差别大,乃是重要的因素;极差小是不重要的因素。

[0036] (3) 比较和观察;

[0037] 比较四个极差,极差大的是最重要的因素,其余几个因素,互相影响,通过观察可以得出温度,电压,表面粗糙度,冷却速度的最佳值。

[0038] 通过以上的正交试验法,可选出P(E0)n—LiX与金属材料静电键合的最佳工艺参数。

[0039] 其中,工艺参数包括但不限于选取温度、电场强度、电流、压力、反应时间、添加剂百分比等,目标检验函数为离子迁移率、界面结合率及连接强度。

[0040] 本发明实施例利用大型非线性有限元分析软件模拟了试件的残余应力,对残余应力和残余变形进行分析,能有效的提出缓解的措施和工艺并提出提高键合性的方法。

[0041] 实施例三

[0042] 本实施例中MEMS封装的工艺过程包括清洗、键合、贴片、引线键合、封帽等。其中:

[0043] (1) 键合工艺是MEMS封装中的关键工艺。它是随着集成电路和微机械的发展出现的一种封接工艺,键合技术可以广泛应用于传感器、执行器、三维集成电路和光电子的制造中。它的出现使得微机械设计和制造更为灵活。

[0044] (2) MEMS贴片工艺常见的有两种,一种是胶接工艺,一种是钎焊工艺。胶的种类很多,贴片胶的选择很重要,不同性能的胶,对MEMS的性能影响很大。

[0045] (3) 清洁工艺与引线键合工艺在微电子和MEMS封装中,引线键合工艺仍然是实现芯片焊盘与外引线连接的重要方式。如何提高引线键合强度一直是人们研究的问题。由于MEMS存在活动部件,且常常要求与外界媒质接触使这个问题显得更加重要。污染是影响引线键合强度的一个重要原因,为此本实施例研究了清洁工艺与引线键合强度的关系。目前,射频驱动的低压等离子清洗技术是一种有效的、低成本的清洁方法,它对提高引线键合强度作用很大。等离子清洗技术的成功应用依赖工艺参数的优化,包括过程压力、等离子功率、时间和工艺气体类型。

[0046] 通过实验,本实施例研究了这些关键的工艺参数对引线键合抗拉力强度的影响。实验用的金丝键合线直径为25 μ m,按标准键合强度应大于sgf,未清洗时其平均键合强度为4.7gf,超声清洗后,其平均键合强度为5.1gf,刚好能满足工艺要求,当用等离子清洗后,其平均键合强度提高到6.6gf以上,如图1所示。显然气体压力在100-120mT或140-180mT时,有很好的键合强度。根据实验得出,用Ar等离子体,将样品放在地板板,当RF功率为200—600W,气体压力为100—120mT或140-180mT时,清洗10—15min的时间能

获得很好清洗效果。

[0047] (4) 封帽工艺研究：对高性能应用的气密 MEMS 器件，常采用气密性封装工艺。气密封装外壳有金属外壳和陶瓷外壳，这两种外壳都可以用平行缝焊机进行封帽。平行封焊机的工作原理是一种电阻焊，它用两个圆柱形的滚轮电极与金属盖板接触形成闭合回路。整个回路的高阻点在电极与盖板接触处，电流在接触处产生大量热量，使其呈熔融状态，凝固后即成一连串焊点。因焊接采用脉冲电流，故焊点能相互交叠，就形成了气密填充焊缝。在平行封焊工艺中，由于焊接处的温度很高，通过辐射和传导到芯片上的热量将使腔体中的芯片温度升高。这个温升有多少，是否会对芯片造成损坏一直是人们所关心的问题。为此，本实施例以金属外壳为例用有限元方法进行了模拟分析。腔体的盖板和墙体为可伐，底板为 CuW，并假设腔体盖板的熔焊温度为 1400℃，环境温度为 25℃，盖板的发射率为 1.0。计算结果如图 2 所示，图中给出了平行封焊工艺过程中芯片上某一节点的温度与焊接时间的关系。这表明，在腔体内芯片位置附近的最大温升只有 37℃，加上环境温度，芯片的温度为 62℃。因此，平行封焊工艺是可靠的，封焊过程不会对芯片造成影响。由于 PEO-盐络合物的致命缺点是室温电导率较低（通常为 $10^{-6} \sim 10^{-8} \text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ），而电导率只有在 $10^{-4} \text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ 以上才具有应用价值。提高室温电导率的方法有两种，其一是在聚合物基体中加入少量极性有机溶剂，如碳酸丙烯酯（PC）、碳酸乙烯酯（EC）等，实现所谓的凝胶电解质，但有机溶剂的加入不仅降低了电解质的机械强度，而且增加了其与金属锂电极的反应活性。方法之二是在 PEO 电解质中加入无机填料以提高电解质的电导率，该方法同时还可以提高电解质的机械强度和锂 / 电解质界面的稳定性。

[0048] 本发明实施例提供的方法，通过组分的设计和添加剂的调整，制备出适合与金属材料键合的离子导电高分子固体电解质材料 $\text{P}(\text{EO})_n\text{-LiX}$ 。通过优化键合工艺参数，控制键合过程中离子的传输和界面化学反应的进程，获得具有一定结构和性能的界面生成物，保证键合质量。

[0049] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成，也可以通过程序来指令相关的硬件完成，所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中，上述提到的存储介质可以是只读存储器，磁盘或光盘等。

[0050] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，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、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

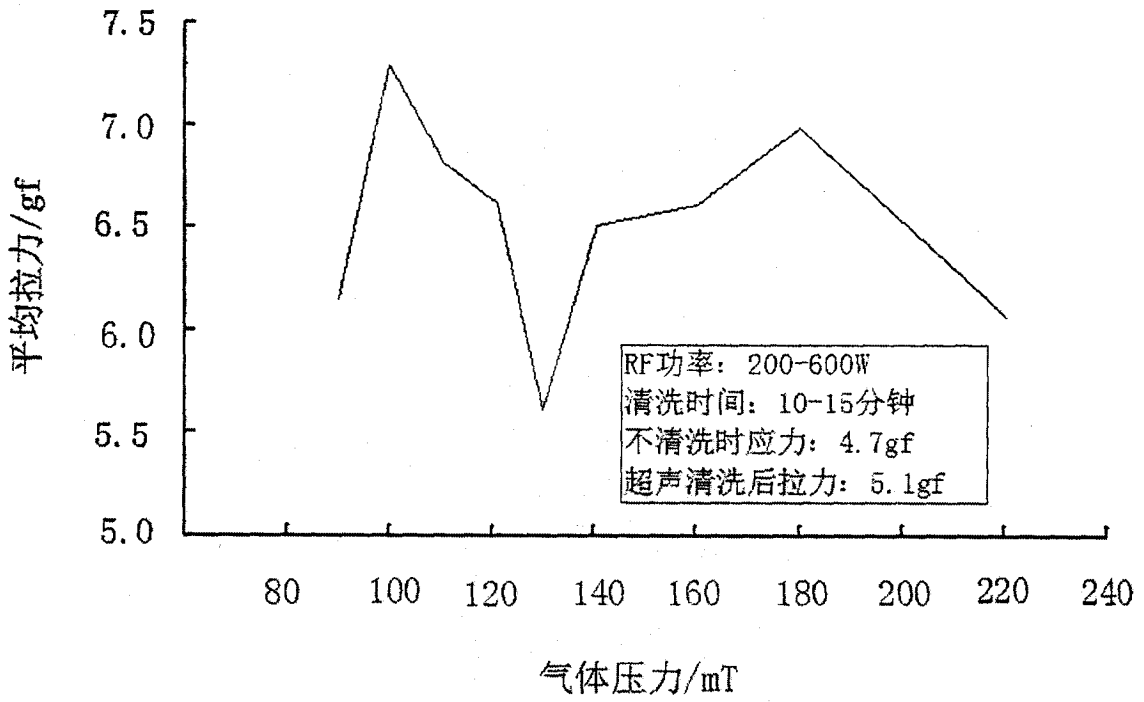


图 1

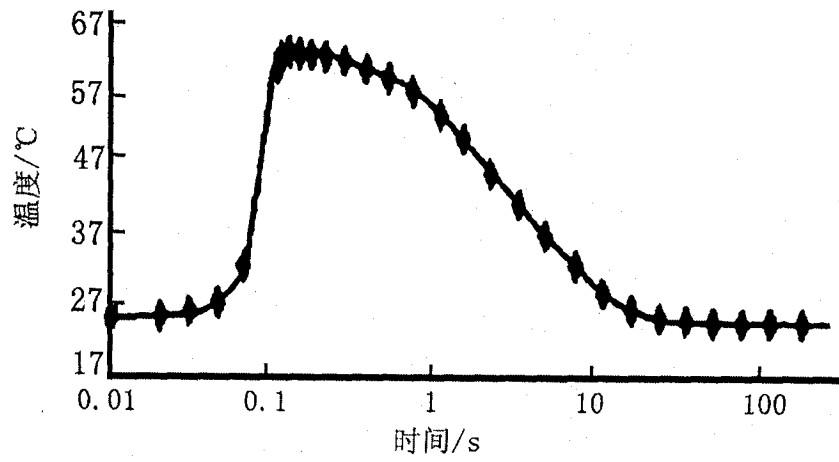


图 2