



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104990651 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201510499940. 4

(22) 申请日 2015. 08. 16

(71) 申请人 昆山泰莱宏成传感技术有限公司
地址 215316 江苏省苏州市昆山市高新区登云路 268 号

(72) 发明人 李策

(51) Int. Cl.
G01L 1/14(2006. 01)
G01L 9/12(2006. 01)

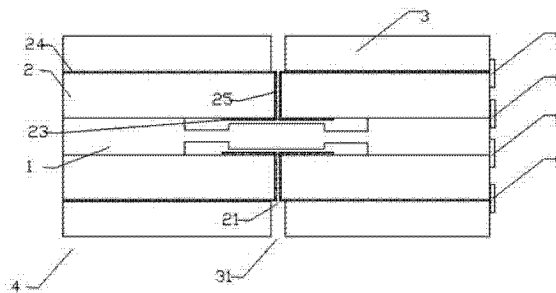
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器及制作方法

(57) 摘要

本发明提供了硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器及其制作方法,其采用蓝宝石 - 硅 - 蓝宝石直接键合构成对压力敏感的差分电容式核心部件,由于这两种材料都没有蠕变,避免了热应力通过蠕变产生的缓慢释放造成传感器特性长期稳定性变差,使压力传感器的长期稳定性得到提高,而且其制作方法简单易掌握,具有极高的经济价值。



1. 硅-蓝宝石差分电容式压力传感器,包括硅可动电极,其特征在于:所述的硅可动电极为中心,依次对称的在两侧装配蓝宝石片和陶瓷基板,所述的硅可动电极、蓝宝石片、陶瓷基板组成了压力敏感芯体,所述的压力敏感芯体的侧面安装有侧电极。

2. 根据权利要求1所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器,其特征在于:所述的蓝宝石片的中间设有导压孔,所述的蓝宝石的两面及导压孔内壁都设有金属层,所述的蓝宝石片与硅可动电极的接触面为抛光面,所述的抛光面的金属层作为压力传感器的金属化固定电极,另一面的金属层作为钎焊工艺时的金属化焊接层,导压孔内壁的金属层连接金属化固定电极和金属化焊接层。

3. 根据权利要求1所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器,其特征在于:所述的硅可动电极包括固支边、弹性膜、中间硬芯,弹性膜连接固支边和中间硬芯,中间硬芯表面低于固支边表面2-4微米。

4. 根据权利要求1所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器,其特征在于:所述的蓝宝石片上抛光面的金属层与硅片上的中间硬芯相对。

5. 根据权利要求1所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器,其特征在于:所述的陶瓷基板的中间设有加压孔。

6. 提供了一种制备权利要求1所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器的方法,其特征在于:所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器的制作方法如下:

第一步:以MEMS工艺在硅片上制作具有固支边-弹性膜-中间硬芯的一体化结构的硅可动电极;

第二步:在单面抛光的蓝宝石片上用飞秒激光器打出导压孔;

第三步:在蓝宝石片的表面化学镀镍、金,在蓝宝石片的两面及导压孔表面形成总厚度1微米的金属层;在蓝宝石片的抛光面光刻,去除固定电极以外部分的金属层;

第四步:将两片蓝宝石片的抛光面分别与硅可动电极的两个面对准、贴合、加温、加压(直接键合),键合前对蓝宝石片的抛光面和硅片表面进行清洗及等离子激活,键合后在300至500℃温度下退火3至10小时;

第五步:制作陶瓷基板,并组装传感器:将陶瓷片化学镀镍、金,在陶瓷片的两面表面形成总厚度约1微米的金属层,打孔,用金属钎焊工艺与蓝宝石片焊接在一起;

第六步:制作侧电极:将单个器件的1个侧面磨平,以掩模蒸镀的方式形成侧电极。

7. 根据权利要求6所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器的制作方法,其特征在于:所述的第一步至第四步均是在整个的硅片和蓝宝石片上进行。

8. 根据权利要求7所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器的制作方法,其特征在于:完成所述的第一步至第四步后用飞秒激光器进行划片,将整个的硅片和蓝宝石片分离成独立的单个器件。

硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器及制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种压力传感器,具体涉及一种硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器及制作方法。

背景技术

[0002] 在市场上,压力传感器种类繁多,目前,一般的压力传感器主要以硅为敏感材料。在压力传感器的工作原理上,硅压力传感器主要分为压阻、电容和谐振式三种。

[0003] 硅压阻式制造简单,得到最广泛的应用,但其对温度敏感,温度漂移大,精度不高;硅谐振式精度高、长期稳定性好,但工艺复杂、价格高,目前国际上只有 2 家公司能够生产。

[0004] 硅电容式采用的方案主要是用 2 个硼硅玻璃片与 1 个硅片通过阳极键合工艺形成三明治结构。2 个硼硅玻璃片上制作金属电极作为固定电极,硅片上以 MEMS 工艺形成固支边 - 弹性膜 - 中间硬芯的一体化结构,其中间硬芯的的上下表面作为可动电极与相对应的固定电极构成随压力变化的差分电容。该方案的优点是工艺简单、温度漂移小;缺点是由于硼硅玻璃的蠕变大,工艺过程中产生的热应力通过蠕变缓慢释放造成长期稳定性差。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种以蓝宝石与硅低温直接键合为核心工艺,将带有金属电极的蓝宝石片与具有固支边 - 弹性膜 - 中间硬芯的一体化结构硅片形成差分电容式硅压力传感器,具有工艺简单、长期稳定性好的优点。

[0006] 为了解决上述问题,本发明提供的硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器采用了如下的技术方案:硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器,包括硅可动电极,其特征在于:所述的硅可动电极为中心,依次对称的在两侧装配蓝宝石片和陶瓷基板,所述的硅可动电极、蓝宝石片、陶瓷基板组成了压力敏感芯体,所述的压力敏感芯体的侧面安装有侧电极。

[0007] 优选的,所述的蓝宝石片的中间设有导压孔,所述的蓝宝石的两面及导压孔内壁都设有金属层,所述的蓝宝石片与硅可动电极的接触面为抛光面,所述的抛光面的金属层作为压力传感器的金属化固定电极,另一面的金属层作为钎焊工艺时的金属化焊接层,导压孔内壁的金属层连接金属化固定电极和金属化焊接层。

[0008] 优选的,所述的硅可动电极包括固支边、弹性膜、中间硬芯,弹性膜连接固支边和中间硬芯,中间硬芯表面低于固支边表面 2-4 微米。

[0009] 优选的,所述的蓝宝石片上抛光面的金属层与硅片上的中间硬芯相对。

[0010] 优选的,所述的陶瓷基板的中间设有加压孔。

[0011] 优选的,所述的硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器的制作方法如下:

第一步:以 MEMS 工艺在硅片上制作具有固支边 - 弹性膜 - 中间硬芯的一体化结构的硅可动电极;

第二步:在单面抛光的蓝宝石片上用飞秒激光器打出导压孔;

第三步:在蓝宝石片的表面化学镀镍、金,在蓝宝石片的两面及导压孔表面形成总厚度

1 微米的金属层 ;在蓝宝石片的抛光面光刻,去除固定电极以外部分的金属层 ;

第四步 :将两片蓝宝石片的抛光面分别与硅可动电极的两个面对准、贴合、加温、加压(直接键合),键合前对蓝宝石片的抛光面和硅片表面进行清洗及等离子激活,键合后在 300 至 500℃温度下退火 3 至 10 小时 ;

第五步 :制作陶瓷基板,并组装传感器 :将陶瓷片化学镀镍、金,在陶瓷片的两面表面形成总厚度约 1 微米的金属层,打孔,用金属钎焊工艺与蓝宝石片焊接在一起 ;

第六步 :制作侧电极 :将单个器件的 1 个侧面磨平,以掩模蒸镀的方式形成侧电极。

[0012] 优选的,所述的第一步至第四步均是在整个的硅片和蓝宝石片上进行,分布有多个器件,完成第一步至第四步后用飞秒激光器划片,分离成独立的单个器件。

[0013] 本发明的有益效果在于 :采用蓝宝石 - 硅 - 蓝宝石直接键合构成对压力敏感的差分电容式核心部件,由于这两种材料都没有蠕变,避免了热应力通过蠕变产生的缓慢释放造成传感器特性长期稳定性变差,使压力传感器的长期稳定性得到提高。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明优选实施例的结构剖面示意图。

[0015] 图 2 为本发明蓝宝石片结构剖面示意图。

[0016] 图 3 为本发明硅可动电极结构剖面示意图。

[0017] 其中 :1. 硅可动电极 ;2. 蓝宝石片 ;3. 陶瓷基板 ;4. 压力敏感芯体 ;5. 侧电极 ;11. 固支边 ;12. 弹性膜 ;13. 中间硬芯 ;21. 导压孔 ;22. 抛光面 ;23. 金属化固定电极 ;24. 金属化焊接层 ;25. 连接层 ;31. 加压孔。

具体实施方式

[0018] 为了更方便的理解本发明提供的技术方案,下面结合具体实施例和附图对本发明做进一步的说明。

[0019] 实施例 1

如图 1- 图 3 所示,硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器包括硅可动电极 1,所述的硅可动电极 1 为中心,依次对称的在两侧装配蓝宝石片 2 和陶瓷基板 3,所述的硅可动电极 1、蓝宝石片 2、陶瓷基板 3 组成了压力敏感芯体 4,所述的压力敏感芯体 4 的侧面安装有侧电极 5。所述的蓝宝石片 2 的中间设有导压孔 21,所述的蓝宝石片 2 的两面及导压孔 21 内壁都设有金属层,所述的蓝宝石片 2 与硅可动电极 1 的接触面为抛光面 22,所述的抛光面 22 的金属层作为压力传感器的金属化固定电极 23,另一面的金属层作为钎焊工艺时的金属化焊接层 24,导压孔 21 内壁的金属层作为连接层 25 连接金属化固定电极 23 和金属化焊接层 24。

[0020] 所述的硅可动电极 1 包括固支边 11、弹性膜 12、中间硬芯 13,弹性膜 12 连接固支边 11 和中间硬芯 13,中间硬芯 13 表面低于固支边 11 表面 2-4 微米。

[0021] 所述的蓝宝石片 2 上抛光面 22 的金属化固定电极 23 与硅可动电极 1 上的中间硬芯 13 相对。

[0022] 所述的陶瓷基板 3 的中间设有加压孔 31。

[0023] 硅 - 蓝宝石差分电容式压力传感器的工作原理如下 :硅可动电极的中心硬芯为电容器的可动电极,蓝宝石片上的金属层为固定电极,当两个导压孔之间有压力差时,硅可动

电极上的弹性膜片发生形变,可动电极与固定电极之间的间隙改变,电容的容量亦随之改变,电容的容量的改变与压力差存在对应关系,测量电容的容量即可知压力差的大小。

[0024] 实施例 2

为了制作实施例 1 所述的硅-蓝宝石差分电容式压力传感器,采用了如下的方法:

1、以 MEMS 工艺在硅片上制作具有固支边-弹性膜-中间硬芯的一体化结构的硅可动电极 1;

2、在单面抛光的蓝宝石片上用飞秒激光器打出导压孔;

3、蓝宝石片表面进行化学镀镍、金,在蓝宝石片的两面及导压孔表面形成总厚度约 1 微米的金属层;在蓝宝石片的抛光面光刻,去除中间硬芯相对部分以外的金属层;

4、将两片蓝宝石片的抛光面分别与硅可动电极的两个面对准、贴合、加温、加压(直接键合),键合前对蓝宝石片的抛光面和硅片表面进行清洗及等离子激活。键合后在 300 至 500℃温度下退火 3 至 10 小时;

5、以上工艺均是在大的硅片和蓝宝石片上(直径典型值 100mm)进行,分布有多个器件。以上工艺完成后用飞秒激光器划片,分离成独立的单个器件;

6、将单个器件的 1 个侧面磨平,以掩模蒸镀的方式形成侧电极(用于电容极板的电连接);

7、三氧化二铝陶瓷片的表面化学镀镍、金,在三氧化二铝陶瓷片的两面表面形成总厚度约 1 微米的金属层,打孔,用金属钎焊工艺与蓝宝石片焊接在一起。

[0025] 本发明的关键技术如下:

1、采用蓝宝石-硅-蓝宝石直接键合构成对压力敏感的差分电容式核心部件,由于这两种材料都没有蠕变,避免了热应力通过蠕变产生的缓慢释放造成传感器特性长期稳定性变差。

[0026] 2、最核心的部分是由硅材料构成,其线胀系数是 2.4×10^{-6} ,传感器外壳通常是用不锈钢材料,其线胀系数约 20×10^{-6} ,相差很大。本发明由硅(线胀系数是 2.4×10^{-6})-蓝宝石(线胀系数 5.8×10^{-6})-三氧化二铝陶瓷(线胀系数 8×10^{-6})逐渐过渡到不锈钢外壳(线胀系数约 20×10^{-6}),减少了热应力,有利于提高传感器的稳定性和可靠性。

[0027] 本发明的有益效果在于:采用蓝宝石-硅-蓝宝石直接键合构成对压力敏感的差分电容式核心部件,由于这两种材料都没有蠕变,避免了热应力通过蠕变产生的缓慢释放造成传感器特性长期稳定性变差,使压力传感器的长期稳定性得到提高。

[0028] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以作出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

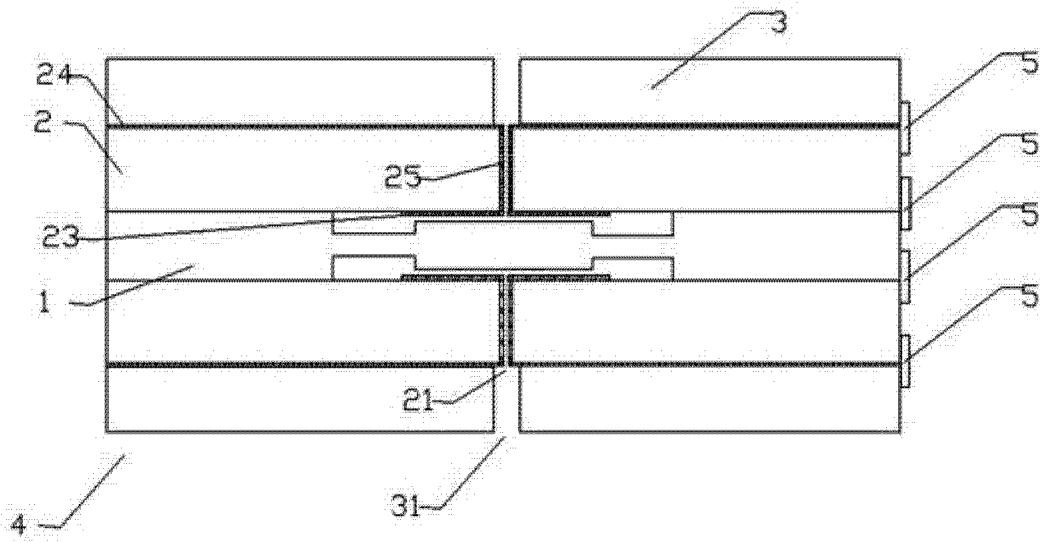


图 1

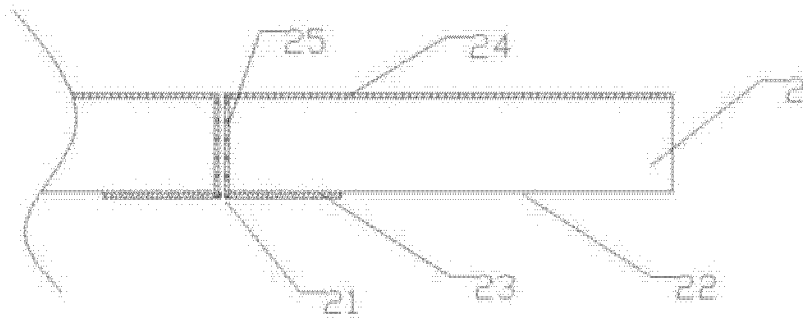


图 2

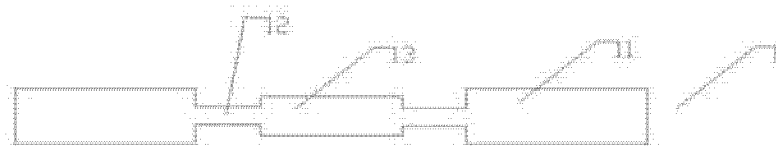


图 3