



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101427365 B

(45) 授权公告日 2011.06.15

(21) 申请号 200780014506.6

(22) 申请日 2007.08.27

(30) 优先权数据

241089/2006 2006.09.06 JP

317972/2006 2006.11.27 JP

011473/2007 2007.01.22 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.10.22

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2007/066552 2007.08.27

(87) PCT申请的公布数据

W02008/029654 JA 2008.03.13

(73) 专利权人 日立金属株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 青野宇纪 冈田亮二 风间敦

高田良晶

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 屠长存

(51) Int. Cl.

H01L 23/02(2006.01)

G01P 15/08(2006.01)

G01P 15/12(2006.01)

H01L 21/306(2006.01)

H01L 29/84(2006.01)

(56) 对比文件

US 2003127718 A1, 2003.07.10, 说明书第 2 页第 14-18 段、附图 1-3.

JP 2006128648 A, 2006.05.18, 全文.

US 2003113982 A1, 2003.06.19, 说明书第 2 页第 20-35 段、附图 2-5.

审查员 徐小岭

权利要求书 1 页 说明书 19 页 附图 16 页

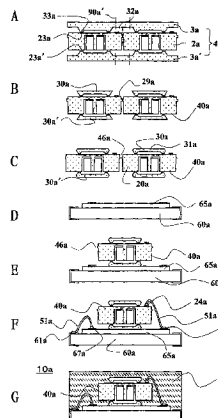
(54) 发明名称

半导体传感器件的制造方法

(57) 摘要

提供一种通过 MEMS 技术制造的半导体传感器件,其中加工技术和 / 或材料技术与用于检测和测量各个物理量的半导体技术结合。在该半导体传感器件中,盖芯片和模制树脂中产生的破裂被消除,并保证半导体传感器芯片和盖芯片之间的气密性。通过使盖芯片的周围侧表面作为湿法蚀刻表面,可以由于消除切割时施加的震动而引起的破裂。此外,通过用绝缘保护膜包覆盖芯片侧面来保证绝缘。

CN 101427365 B



1. 一种用于制造半导体传感器件的方法,包括:

提供半导体传感器衬底,该半导体传感器衬底包括多个半导体传感器芯片,每个半导体传感器芯片具有可移动部分和围绕该可移动部分的接合区,以及盖衬底,其包括多个盖芯片,每个盖芯片具有四边形基座和接合区,该接合区沿基座周边以堤状形状形成;

将该盖衬底放置在该半导体传感器衬底的顶表面和底表面的至少一个上,以将多个盖芯片的每一个的接合区接合到多个半导体传感器芯片的每一个的接合区,从而形成半导体传感器组装衬底,在该半导体传感器组装衬底中,用多个盖芯片的每一个气密密封多个半导体传感器芯片的每一个的可移动部分;

在湿法蚀刻液中浸入该半导体传感器组装衬底,以通过在盖衬底的厚度方向上湿法蚀刻该盖衬底来减薄盖衬底和将盖衬底分为多个盖芯片;

在盖衬底被减薄的时间之后或在该时间期间,将该半导体传感器衬底分为多个半导体传感器芯片,以形成其中盖芯片被固定到半导体传感器芯片的半导体传感器组件;以及

将该半导体传感器组件接合并固定在基板上,用电线将该半导体传感器芯片连接到基板,并用树脂在该基板上模制该半导体传感器组件。

2. 如权利要求 1 所述的半导体传感器件的制造方法,其中在该半导体传感器组装衬底被浸于湿法蚀刻液中的时间期间,从顶部和底部湿法蚀刻该半导体传感器衬底的多个半导体传感器芯片的每一个的周围,以将该半导体传感器衬底分为多个半导体传感器芯片,从而形成其中盖芯片被固定到半导体传感器芯片的半导体传感器组件。

3. 如权利要求 1 所述的半导体传感器件的制造方法,其中在该半导体传感器组装衬底被浸于湿法蚀刻液中以在盖衬底的厚度方向上湿法蚀刻和减薄盖衬底之后,该半导体传感器衬底被机械地切割或通过激光切割以分为多个半导体传感器芯片,从而形成其中盖芯片被固定到半导体传感器芯片的半导体传感器组件。

4. 如权利要求 1 所述的半导体传感器件的制造方法,其中该盖衬底具有多个盖芯片,该盖芯片在除盖芯片的接合区以外的表面上具有绝缘保护膜。

半导体传感器件的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有 MEMS(微机电系统)芯片的半导体传感器件及其制造方法,具体地涉及设有 MEMS 芯片的半导体传感器件及其制造,其中该 MEMS 芯片具有可移动部分。

背景技术

[0002] 在 MEMS 技术中,半导体制造工艺技术与机械加工技术和 / 或材料技术结合,以实现在半导体衬底上具有精细三维结构的系统, MEMS 技术可以被应用于多种领域。通过 MEMS 技术制造的半导体传感器件用来在汽车、飞机、移动终端设备以及玩具领域中检测物理量,如加速度、角速度、压力,上述应用特别引起了人们的注意。

[0003] 这些半导体传感器件具有特别的特点,具有通过 MEMS 技术形成的可移动部分。这些半导体传感器件通过压敏电阻器的电阻或静态电容的变化来检测可移动部分的位移,并处理该检测数据,以测量加速度、角速度、压力等。专利文献 1 至 3 公开了加速度传感器件,专利文献 4 至 6 公开了角速度传感器件,以及专利文献 7 和 8 公开了压力传感器件。

[0004] 在图 14 中示意地示出了专利文献 1 的加速度传感器,下面将参考附图简要描述。半导体传感器件将被描述为加速度传感器件,除非另作说明。以及,由于用于半导体传感器件的半导体传感器芯片的结构细节类似于专利文献 1 至 8 的结构,因此其可以被省略。在图 14A 的分解透视图,示出了具有通过 MEMS 技术制造的可移动部分的三轴半导体加速度传感器。在三轴半导体加速度传感器 10h 中,通过粘合剂如树脂,接合加速度传感器芯片 20h 和 IC 调整板 30h,在壳体 71h 中,加速度传感器芯片 20h 和 IC 调整板 30h 之间具有预定距离。加速度传感器芯片 20h 的芯片端子 24h 被电线 51h 连接到 IC 调整板的端子 34h,以及 IC 调整板的端子 34h 被电线 51h 连接到壳体端子 74h,以及从外部端子 75h 取出传感器信号。通过粘合剂将壳盖 72h 固定在壳体 71h 上。图 14B 是从传感器顶部观看的加速度传感器芯片 20h 的平面图。在加速度传感器芯片 20h 中,设置三轴半导体传感器元件 20h' 和芯片端子 24h。三轴半导体传感器元件 20h' 由框架 27h、承重块 26h 和横梁对 25h 构成,在框架 27h 的中心通过两对横梁 25h 支持承重块 26h。在横梁 25h 上形成一些压敏电阻器。X-轴压敏电阻器 21h 和 Z-轴压敏电阻器 21h' 在一对横梁上,Y 轴压敏电阻器 21h" 在另一对横梁上。

[0005] 在图 14 所示的三轴半导体加速度传感器 10h 中,壳体 71h 和壳盖 72h 由陶瓷如氧化铝构成。由于壳体 71h 和壳盖 72h 由陶瓷制成,因此对使壳体 71h 和壳盖 72h 的厚度变薄是有限制的,因此难以使它们的尺寸更小而且更轻。由于在陶瓷壳体 71h 上形成壳体端子 74h 和外部端子 75h,因此它们通过陶瓷连接,陶瓷壳体使制造成本变高,因此只要使用陶瓷壳体,则难以实现低价的加速度传感器。由于壳盖 72h 用粘合剂树脂接合到壳体 71h,因此,由于使用树脂而导致由于环境变化而易于使气密性变差。

[0006] 在专利文献 9 中描述了具有改善的气密性的结构。如图 15A 所示,半导体传感器组装衬底 4i 由半导体传感器衬底 2i 和盖衬底 3i、3i' 构成,半导体传感器衬底 2i 具有通

过 MEMS 技术制造的多个半导体传感器芯片 20i,接合在半导体传感器衬底 2i 的顶表面和底表面上的盖衬底 3i、3i',所述盖衬底具有形成的多个盖芯片 30i、30i'。半导体传感器芯片 20i 的可移动部分被上下盖芯片 30i、30i' 气密密封。通过由金刚石切割轮,沿由点-划线所示的切割线 90i、90i' 切割半导体传感器组装衬底 4i,由此制备图 15B 所示的半导体传感器组件 40i。通过将密封部分限制到半导体传感器芯片 20i 的可移动部分,容易气密密封。如图 15C 所示,半导体传感器组件 40i 被接合到壳体 71i 的内底部,以及壳盖 72i 被接合到壳体 71i 的顶侧,以完成半导体传感器件 10i。但是,在壳体中包封的这种半导体传感器件难以减小其尺寸和制造成本。

[0007] 实际上已被开始使用这样的半导体传感器件,在所述半导体传感器件中,通过应用专利文献 10 所示的树脂密封技术用树脂覆盖半导体传感器组件。图 15D 描绘了其中用树脂密封半导体传感器组件 40j 的这种半导体传感器件 10j 的例子。通过将模制树脂 70j 减薄到半导体传感器组件 40j 和电线 51j 不被直接暴露于外部大气的程度,可以实现小型化和减轻半导体传感器件。在图 15D 的树脂密封的半导体传感器件 10j 中,不需要图 15C 的半导体传感器 10i 所需要的壳体的接合工艺,因此可以降低其制造成本。

- [0008] 专利文献 1 :JP2006-133123A
- [0009] 专利文献 2 :JP Hei08-233851A
- [0010] 专利文献 3 :JP Hei11-160348A
- [0011] 专利文献 4 :JP2006-175554A
- [0012] 专利文献 5 :JP2003-194545A
- [0013] 专利文献 6 :JP2005-524077W
- [0014] 专利文献 7 :JP2004-132947A
- [0015] 专利文献 8 :JP Hei10-098201A
- [0016] 专利文献 9 :JP Hei03-002535A
- [0017] 专利文献 10 :JP Hei10-170380A

发明内容

[0018] 本发明要解决的问题

[0019] 在制造大量半导体传感器组件 40i 的工艺中,很显然半导体传感器芯片 20i 和盖芯片 30i、30i' 存在气密性的问题。在图 16A 中,由虚线表示引起空气泄漏的部分;在盖芯片 30i 中出现的盖芯片破裂 81i,以及在半导体传感器芯片 20i 和盖芯片 30i、30i' 之间或在接合区的附近出现的接合区破裂 82i。根据我们的产生这些破裂的原因和过程的严密检查,当以下情况时出现盖芯片破裂 81i:(a) 相对于用来接合盖衬底和半导体传感器衬底的压力来说,盖衬底的厚度太薄时;(b) 接合到半导体传感器衬底的厚盖衬底被研磨,以使之变薄时;以及(c) 通过金刚石切割轮将盖衬底切割为单个芯片时。接合区破裂 82i 主要是在(d) 通过金刚石切割轮沿切割线切割盖衬底,以将它分为单个芯片时产生的。

[0020] 此外,在半导体传感器件 10j 中,半导体传感器组件 40j 和电线 51j 用模制树脂密封,所述密封树脂尽可能减薄但是恰好厚到足以防止半导体传感器组件 40j 和电线 51j 被直接暴露于外部大气,该半导体传感器件 10j 有时在如图 16B 中的虚线所示的模制树脂 70j 中遭受破裂 83j。在盖芯片 30j 的侧表面附近的模制树脂 70j 中发生破裂 83j。由于半导

体衬底和模制树脂之间的热膨胀系数的差异,一些树脂模制的半导体产生了应力。该应力有时使得模制树脂从半导体衬底剥离,由此从模制树脂被剥离的位置产生破裂。为了防止破裂,在半导体衬底和模制树脂之间设置树脂层,如聚酰亚胺-醌 (polyimide-quinone),以减小应力,以及将填料(例如昂贵的熔炼石英,其具有与半导体衬底几乎相同的热膨胀系数)与该模制树脂混合,以使模制树脂的热膨胀系数接近半导体衬底的热膨胀系数,由此减小由于热膨胀系数差异而产生的应力。但是,与半导体衬底比较,该半导体传感器组件具有高度不规则表面,对于在其表面具有树脂层如聚酰亚胺-醌的方面来说有困难。因为与电绝缘和成本上升相关的困难,采用与填料混合的模制树脂也是困难的。

[0021] 在每个具有用树脂 70j 覆盖的半导体传感器组件 40j 的大量半导体传感器器件 10j 当中,尽管出现的几率低,但是存在某些具有故障的半导体传感器器件,诸如噪声和电线中的短路,这些故障是由电线 51j 接触除了图 17 所示半导体传感器组件的传感器端子 24j 以外的部分所引起。电线 51j 一直接触的部分处于盖芯片 30j 中,但是从来不接触半导体传感器芯片 20j。焊接到传感器端子 24j 的电线 51j 以一定的曲率上升和下降,从而被连接到衬底端子 66j。由于树脂模制工艺过程期间的树脂流动,电线 51j 的上升部分变形,以及接触盖-芯片端部 38j。考虑半导体传感器芯片的侧表面的简单形状以便在树脂模制工艺过程中简化树脂的移动,因此防止电线 51j 的变形。

[0022] 盖-芯片端部 38j 和传感器端子 24j 之间的更大空间可以防止电线和盖-芯片端部之间的接触;但是,与微型化的需求相反,半导体传感器器件必须增加尺寸。另一方面,即使电线接触盖-芯片端部,也可以使用电绝缘盖芯片,或绝缘导电盖-芯片端部,以防止噪声和短路。还可以使用用绝缘涂层覆盖的电线。但是,对于超声波引线接合和球接合,绝缘包覆的电线是不可用的。此外,绝缘包覆的电线的使用增加了电线的曲率半径,这与微型化的需要相反。此外,与裸线相比,绝缘包覆的电线更昂贵,导致制造成本上升。

[0023] 虽然盖芯片可以由电绝缘材料构成,但是由硅制成的半导体传感器芯片硅具有不同于盖芯片的热膨胀系数。选择和采用具有与硅相同的热膨胀系数的绝缘材料是困难的。因此,热膨胀系数的差异导致了破裂等问题。即使使用具有几乎等于硅的热膨胀系数的玻璃作为绝缘材料,对于精确加工玻璃、减薄接合玻璃以及电极焊盘的暴露工艺中的困难来说,高制造成本也是不可避免的。

[0024] 为了利用电绝缘材料覆盖已被装配在半导体传感器组件中的硅盖芯片的侧表面,需要利用光刻胶等在其顶部掩模电极端子。由于将被掩模的区域位于相距盖芯片约几十至数百微米的凹陷中,在该区域通过光刻技术形成抗蚀剂掩模是非常困难的。考虑到掩模的精确定位和工时数,利用带等来代替光刻技术来进行掩模也是困难的。另一方面,对于覆层可以考虑具有高挠性的树脂材料;但是,在执行用于在布线板或电路板上安装半导体传感器芯片的诸如回流的热处理期间,该树脂可能退化。

[0025] 本发明的目的是提供一种具有轻重量的小尺寸半导体传感器器件,其中确保通过 MEMS 技术制造的半导体传感器芯片和盖芯片之间的气密性,以及其中防止盖芯片中可能出现的破裂,以及消除模制树脂中的树脂破裂,以及提供其制造方法。

[0026] 本发明的另一目的是提供一种小尺寸和轻的半导体传感器器件,其中确保盖芯片和电线之间的电绝缘,否则可能会引起布线之间的噪声和短路,以及提供其制造方法。本发明的半导体传感器器件,包括:

[0027] 解决技术问题的手段

[0028] 本发明的半导体传感器件,包括:

[0029] 半导体传感器组件,包括:

[0030] 半导体传感器芯片,具有可移动部分和围绕该可移动部分的接合区,以及

[0031] 盖芯片,位于半导体传感器芯片的顶表面和/或底表面上,并具有四边形基座和沿该基座的周边以堤状形成的接合区,该接合区被接合到半导体传感器芯片的接合区,从而气密密封该芯片的可移动部分;

[0032] 基板,其上固定并保持半导体传感器组件;

[0033] 电线,将半导体传感器芯片连接到基板;以及

[0034] 树脂,将该半导体传感器组件模制在基板上;

[0035] 其中湿法蚀刻该盖芯片的周围侧表面。

[0036] 在平板中形成该半导体传感器芯片和盖芯片是所希望的。

[0037] 该半导体传感器芯片可以包括检测诸如加速度、角速度、压力等的物理量的加速度传感器、回转仪传感器、压力传感器等。当加速度、角速度、压力等等从外面施加到半导体传感器芯片时,在半导体传感器芯片的可移动部分上形成的电阻器、电容器等将它们转变为物理量如电流、电压、静电电容并输出它们。

[0038] 半导体传感器芯片的可移动部分被气密密封,以避免由于大气或压力影响输出。例如,用于检测静电电容的静电电容器的静电电容 C 用公式 $C = \epsilon_0 \epsilon S/d$ 表示,其中 ϵ_0 是真空的介电常数, ϵ 是半导体传感器组件中的气体的介电常数, S 是电极区,以及 d 是电极之间的距离。由于静电电容可以取决于介电常数或大气(气体)以及半导体传感器组件中的压力(真空)而改变,因此期望半导体传感器组件是气密性的。此外,对于输出电流或电压的电阻器来说,电阻器的电阻值可能受大气中的湿度和温度影响。如此,优选半导体传感器组件是气密性的,以最小化渗入半导体传感器组件中的水对测量的影响。

[0039] 盖芯片由硅制成。优选易于精加工的单晶硅。通过对单晶硅应用半导体技术如薄膜-形成、蚀刻、构图,从而制造半导体传感器芯片。盖芯片由与半导体传感器芯片相同的材料制造,以匹配它们的线性热膨胀系数。通过这样做,半导体传感器组件变硬,从而破坏在半导体传感器衬底接合到盖衬底和其他制造工序过程中可能发生的温度变化。当盖芯片为简单形状如平板时,具有与用于半导体传感器芯片的材料几乎相同线性热膨胀系数的玻璃、多晶硅、陶瓷等可以用于盖芯片。当盖芯片不是平板或是不平坦的时,优选,在半导体传感器芯片的制造工序中可以向其应用的湿法蚀刻液的材料被选作盖芯片材料。通过使用这种材料用于盖芯片,可以实现制造工序的简化而不增加使用的湿法蚀刻液的种类。对于其间放置半导体传感器衬底的盖衬底,用于上盖衬底和下盖衬底的材料可以是不同的。例如,上盖衬底可以使用单晶硅,而下盖衬底可以使用陶瓷。

[0040] 在面对半导体传感器芯片的盖芯片表面上,形成接合区、凹槽和开口槽,该接合区用于固定到半导体传感器芯片,该凹槽用于倾卸(dump)可移动部分的驱动,以及开口槽用于电极焊盘。当与用于倾卸可移动部分的驱动凹槽相比,电极焊盘的开口槽形成得更深时,它易于被分为各片。使用具有接合到盖衬底的半导体传感器衬底的半导体传感器组装衬底,当通过蚀刻将盖衬底分为各盖芯片时,如果用于电极焊盘的开口槽相当深,那么短时间的蚀刻就可以实现分割为块。接合区、凹槽和开口槽可以通过光刻技术、湿法蚀刻和干法

蚀刻技术形成。

[0041] 在盖芯片的接合区中,形成诸如低熔点金属和树脂的接合材料层。半导体传感器衬底和盖衬底用接合材料密封地接合。通过剥离、离子铣削、蚀刻、电镀等,在该接合区中形成接合材料。在使用诸如在加热过程中具有良好流动特性的低熔点金属和树脂的接合材料的情况下,对于接合区来说,期望具有能抑制接合材料流动的凹槽等。

[0042] 由于半导体传感器芯片上的检测元件、电线、电极焊盘及其他元件不耐高温,因此对于接合半导体传感器芯片和盖芯片来说,期望采用阳极接合、低熔点材料接合(包括低熔点金属接合、共晶接合、低熔点玻璃接合、树脂接合等.)、扩散接合和表面-活化接合的任意一种。期望用低熔点材料接合半导体传感器衬底和盖衬底。半导体传感器衬底和盖衬底互相对准,然后通过加压和加热接合。由半导体传感器衬底和盖衬底的由翘曲等引起的间隙可以用在其中流动的低熔点材料填充,由此提高气密性。这消除了通过施加太大压力来压直衬底翘曲的需要,因此减小盖衬底及其他元件破裂的可能性。为了在真空中(在降低的压力下)保持半导体传感器组件的内部空间,或为了填充干氮、惰性气体等到内部空间中并密封,期望在真空(降低的压力)气氛、干氮气氛或惰性气体气氛中接合半导体传感器衬底和盖衬底。

[0043] 在本发明的半导体传感器件中,所希望的是半导体传感器芯片的周围侧表面是湿法蚀刻面。

[0044] 通过湿法蚀刻,半导体传感器衬底被分为多个芯片。将厚的半导体传感器衬底分为多个芯片,不仅需要花长的蚀刻时间,而且需要控制侧蚀刻量。为了用小的蚀刻量划分半导体传感器衬底,期望在如下部分上预先形成沟槽,其中半导体传感器衬底将被沿着所述部分分开。该沟槽可以在半导体传感器衬底的形成过程中,使用金刚石切割轮或通过干法蚀刻来形成。在半导体传感器衬底的形成过程中,通过干法蚀刻在分开的部分上形成沟槽带来了成本优势,其既不需要附加的步骤和也不使用其它设备。

[0045] 在基板上固定和保持由半导体传感器芯片和盖芯片构成的半导体传感器组件,该基板可以是布线板或电路板。此处的基板优选是用树脂粘接剂、金属膏等粘接在布线板上的电路板。半导体传感器组件可以用树脂粘接剂等粘接在电路板上。半导体传感器组件、电路板和布线板的电极焊盘用超薄金属布线(电线)等连接。电极焊盘和超薄金属布线的连接可以通过超声波熔接或焊接进行。代替超薄金属布线,焊球或球接合也可以用于该连接。

[0046] 在本发明的半导体传感器件中,用树脂在基板上模制半导体传感器组件。在树脂模制中,可以使用诸如环氧树脂、硅树脂和酚醛树脂的热固性树脂。使用液态树脂的罐封方法或使用粉末树脂的转移模制方法可以用来执行树脂模制。在转移模制法下,半导体传感器组件、基板和电线的集成体被放置在管芯中;树脂片剂被装载到制模机的容器中,并通过加热该容器的突出部分来软化该树脂片剂;通过活塞(按压机构)将容器中的软化树脂挤压到管芯中;在管芯中固化该树脂,并从该管芯取出,以获得树脂-模制的半导体传感器件。在罐封方法下,在管芯中放置半导体传感器组件、基板和电线的集成体,液态树脂被注入该管芯中,该树脂被固化并从管芯取出,以获得树脂-模制的半导体传感器件。

[0047] 通过用碱性溶液如氢氧化钾溶液、联氨、乙二胺和氢氧化铵基溶液的湿法蚀刻来减薄并分开该盖衬底。该半导体传感器组装衬底被浸于碱性溶液中,以执行湿法蚀刻。该

湿法蚀刻量可以通过改变碱性溶液的浓度、温度、浸渍时间来调整。晶向中的蚀刻速率也可以通过在碱性溶液中混合诸如乙醇的有机溶剂来调整。盖衬底上形成的栅格状沟槽可以实现盖衬底的同步减薄和分开。当盖衬底被分为盖芯片时,半导体传感器衬底上的分开部分显露。该分开部分的湿法蚀刻将半导体传感器衬底分为多个半导体传感器芯片,由此提供半导体传感器组件。如果在半导体传感器衬底的分开部分中预先形成沟槽,那么可以在短时间内完成半导体传感器衬底的分开,以及需要半导体传感器芯片从其侧表面的较少的蚀刻量。通过在碱性溶液中混合有机溶剂进行晶向中的蚀刻速率的调整,可以降低从侧表面的蚀刻量,由此使半导体传感器芯片的横向尺寸变化较小。当通过湿法蚀刻将半导体传感器衬底分为芯片时,已分开的盖芯片的边缘部分被过蚀刻,随后盖芯片的周围侧表面至少设有在盖芯片的厚度方向上互相邻近的两个湿法蚀刻面。在厚度方向上互相邻近的两个表面优选形成 90° 或更大的角度,亦即,钝角。

[0048] 由于接合晶片被浸于碱性溶液中,可以通过湿法蚀刻,将半导体传感器衬底的顶表面和底表面上接合的盖衬底同时减薄相同的厚度。如果具有大致相同厚度的盖衬底被接合在半导体传感器衬底上并被湿法蚀刻,那么顶盖衬底和底盖衬底可以被处理为具有大致相同的厚度。使顶和底盖衬底的厚度相等可以保持半导体传感器衬底中产生的应力等平衡,由此减小由应力引起的破裂。与使用金刚石切割轮的物理切割和研磨相比较,很显然,在这些工序过程中,使用由湿法蚀刻工序代表的化学反应来切割和减薄盖衬底将产生极小的将被施加到盖衬底的力和震动。湿法蚀刻是在切割和减薄盖衬底时抑制破裂或其他故障的产生的软处理方法。

[0049] 在硅的 {111} 晶面出现在盖芯片的每个侧表面上, {111} 晶面在与盖芯片的上表面相反的方向上倾斜延伸,该侧表面可以由两个或更多晶面构成。盖芯片的侧表面由硅的 {111} 晶面构成,而边缘部分由更高阶晶面构成。侧表面的表面粗糙度可以被设为 $Ra \leq 100nm$ 。

[0050] 通常,在各个工序中,已经通过半-切割顶盖衬底和底盖衬底进行了盖衬底的分开,切割盖衬底花很多时间。在使用薄的盖衬底的情况下,在切割时,在薄的盖衬底中半-切割容易引起破裂。通过本发明中执行的湿法蚀刻的盖衬底的分开,能够同时分开半导体传感器衬底的顶和底表面上接合的盖衬底和同时减薄顶部和底部上的两个盖衬底。

[0051] 在本发明的半导体传感器件中,希望围绕半导体传感器芯片的整个侧表面几乎连续地形成大致三角形的脊形突出。

[0052] 当沿半导体传感器衬底的切割线形成沟槽之后剩下的部分(接缝)半导体传感器衬底被湿法蚀刻,以将该衬底分为半导体传感器芯片时,在接缝的厚度方向上出现硅的 {111} 晶面。从顶和底表面蚀刻半导体传感器衬底可以在半导体传感器芯片的整个侧表面周围留下截面大致为三角形的突出。在半导体传感器芯片的整个侧表面上形成的大致三角形截面突出看起来好像一个粘贴在侧表面上的大致三角的脊。该大致的三角脊的截面形状不局限于大致-成形的等腰三角形,而是可以包括弯曲的斜边(hypotenuses)。此外,可以通过过蚀刻来几乎消除该大致三角脊。

[0053] 该大致三角脊形的突出可以防止后处理中用于的树脂密封的树脂材料与半导体传感器芯片失配和从半导体传感器芯片剥离。此外,可以根据沿半导体传感器衬底的切割线设置的接缝的位置和接缝的厚度来调整该大致三角脊的位置和形状。该大致三角脊的位

置和形状可以被用作表示半导体传感器芯片的批号和规格的标识标记。由于在视觉上或在立体显微镜下可以容易地辨别半导体传感器芯片的侧表面上形成的大致三角脊,因此可以使用该大致三角脊作为标识标记。

[0054] 在本发明的半导体传感器件中,所希望的是盖芯片的每个周围侧表面由在盖芯片的厚度方向上互相邻近的至少两个表面构成。期望在厚度方向上互相邻近的两个表面形成 90° 或更大的角度。

[0055] 通过用碱性溶液如氢氧化钾溶液、联氨、乙二胺和氢氧化铵-基溶液的湿法蚀刻,减薄并分开该盖衬底。在 $\{111\}$ 硅晶面用于盖衬底的侧表面的情况下,在完成盖衬底分开时,盖芯片的侧表面的边缘部分变为由彼此相交的 $\{100\}$ 硅晶面和 $\{111\}$ 晶面形成的钝角。通过湿法蚀刻随后分开半导体传感器衬底将斜切边缘部分,以便每个侧表面由在厚度方向上互相邻近的 $\{111\}$ 晶面和 $\{111\}$ 晶面构成,其中所述边缘部分形成在盖芯片的侧表面上,并由在盖芯片的厚度方向上互相邻近的两个表面形成。相邻 $\{111\}$ 晶面之间的角度可以是 90° 或更大。

[0056] 通过用碱性溶液湿法蚀刻该盖衬底的分开部分,由此该盖芯片的侧表面上的边缘部分可以具有其中 $\{100\}$ 硅晶面和 $\{111\}$ 晶面或 $\{111\}$ 晶面和 $\{111\}$ 晶面彼此相交的形状;亦即,钝角形状。此外,当半导体传感器衬底被分开时,盖芯片的侧表面也被湿法蚀刻,其允许盖芯片的每个侧表面具有至少两个平面。与其每一个具有通过金刚石切割轮形成的直角边缘部分的盖芯片侧表面相比较,盖芯片的侧表面上的钝角边缘部分可以减轻在树脂模制时向其施加的应力,由此难以使该模制树脂破裂。

[0057] 盖衬底的侧表面也可以由 $\{100\}$ 硅晶面构成。与使用 $\{111\}$ 晶面的情况不同, $\{100\}$ 面用于盖衬底表面和盖衬底的侧表面消除了盖衬底中的反向倾斜侧壁部分,因此可以减小模制树脂难以渗透的死区。面对半导体传感器衬底承重块的驱动抑制凹槽的边缘部分是盖衬底表面的 $\{100\}$ 面与盖侧表面的 $\{100\}$ 面相交的位置,以及可以打磨该边缘部分,以将驱动抑制凹槽再次成形为被 $\{100\}$ 面和 $\{111\}$ 面围绕的八边形。通过用碱性溶液如氢氧化钾溶液、联氨、乙二胺和氢氧化铵-基溶液的湿法蚀刻,减薄并分开该盖衬底。在完成盖衬底的分开时,盖衬底的 $\{100\}$ 面和与其相交的盖芯片的侧表面的 $\{100\}$ 面可以形成直角。附加的湿法蚀刻斜切用盖衬底的 $\{100\}$ 晶面和盖芯片的侧表面的 $\{100\}$ 晶面形成的边缘部分,以使每个边缘部分成为用盖衬底的 $\{100\}$ 晶面和侧表面的 $\{100\}$ 晶面形成的钝角边缘部分,具有夹在其间的高阶晶面。

[0058] 在本发明的半导体传感器件中,优选在侧表面的湿法蚀刻面上用绝缘保护膜覆盖盖芯片的周围侧表面。此外,该绝缘保护膜优选可以耐受碱,以及更优选是 $0.1\mu\text{m}$ 或更大厚度。

[0059] 期望在容易与电线接触的盖芯片侧表面上形成绝缘保护膜。除盖芯片侧表面以外的表面,即面对半导体传感器芯片的表面和相对于面对半导体传感器的表面来说的背侧的表面,可选择性地适用绝缘保护膜。由于盖芯片的背面没有机会与电线接触,因此在通过湿法蚀刻减薄和分开盖芯片之后,盖芯片的背表面上不需要有绝缘保护膜。面对半导体传感器芯片的盖芯片的表面上形成的绝缘保护膜可以保护盖芯片的表面(除了背表面以外)不受湿法蚀刻液影响,由此稳定盖芯片的形状和尺寸。盖芯片的侧表面上和面对半导体传感器芯片的表面上形成的绝缘保护膜优选是连续形成的膜。即使该盖芯片在其用于接合半导

体传感器芯片的接合区上具有绝缘保护薄膜,该绝缘保护薄膜也不影响盖芯片和半导体传感器芯片之间的接合和气密性。在面对半导体传感器衬底的盖衬底的整个表面上形成绝缘保护膜消除了形成抗蚀剂图案的需要,因此可以降低制造成本。

[0060] 在面对半导体传感器芯片的本发明的盖芯片的表面上,有将要与半导体传感器芯片接合的接合区、用于倾卸可移动部分的驱动力的凹槽、盖芯片侧表面和用于电极焊盘的开口槽。在用于减薄和分开盖芯片的湿法蚀刻过程中,通过蚀刻去除一部分盖芯片侧表面和电极焊盘开口槽。使用于电极焊盘的开口槽的深度深于用于倾卸可移动部分的驱动力的凹槽,这便于划分盖芯片。在通过接合半导体传感器衬底和盖衬底完成了半导体传感器组装衬底之后,沿用于电极焊盘的开口槽通过蚀刻减薄该盖衬底以将它完全分为多个芯片。该盖衬底分为盖芯片可以通过机械地去除在部分盖芯片侧表面上单独剩下的绝缘保护膜和用于电极焊盘的开口槽来进行。通过用于减薄盖衬底的蚀刻所去除的量(厚度)需要大于对应于电极焊盘的开口槽的硅厚度。尽管硅在其边缘形成锐角,但是在机械去除绝缘保护膜的另一部分之后剩下的绝缘保护膜的边缘与硅边缘结合在一起形成钝角。

[0061] 在本发明的半导体传感器件中,所希望的是盖芯片的周围侧表面上形成的绝缘保护膜具有 $10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 或更大的电阻率和绝缘保护膜能耐受碱。

[0062] 为了防止噪声和短路,即使当电线接触盖芯片时,也期望绝缘保护膜具有更大的电阻率。此外,在减薄和分开盖芯片的工序期间,绝缘保护膜不应该被碱性蚀刻剂溶液蚀刻。此外,绝缘保护膜需要是紧密封装的无缺陷膜,以便蚀刻剂溶液不能透过绝缘保护膜。作为可以通过溅射或 CVD 形成的绝缘保护薄膜的材料,二氧化硅 ($>10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$)、氮化硅 ($>10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$)、矾土 ($>10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$)、锆土 ($10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$) 及其他材料是可用的。也可以使用这些材料的叠层。由于盖衬底由单晶硅构成,可以在形成用于倾卸可移动部分驱动力的凹槽和用于电极焊盘的开口槽之后,通过热氧化形成二氧化硅膜。

[0063] 具有 $0.1 \mu\text{m}$ 或更大厚度的绝缘保护膜可以是紧密包封的膜,其保证绝缘性质和防止蚀刻剂渗透。所希望的是在盖芯片侧表面的一个部分上剩下的绝缘保护薄膜和用于电极焊盘的开口槽可以被容易地机械去除,而盖芯片侧表面的另一部分上的绝缘保护膜具有足以强到不被剥离的膜强度和膜接合强度。尽管取决于其材料,该绝缘保护膜的薄膜厚度的上限稍有不同,但是它可以被设为达到约 $3 \mu\text{m}$ 。

[0064] 通过湿法蚀刻盖衬底的减薄和分开工序仅仅在部分盖侧表面上留下绝缘保护膜和用于电极焊盘的开口槽。由于绝缘保护膜是薄的,因此通过在蚀刻剂溶液或清洗液中搅动它或施加超声波,可以容易地去除绝缘保护膜。另外,柔软的刷子也可以去除绝缘保护膜。绝缘保护膜去除的完成大体上意味着盖衬底基本上被分为盖芯片。由于在盖芯片的湿法蚀刻侧表面上形成的绝缘保护膜具有大的粘附力,即使通过超声波或刷子去除将要去除的其它绝缘保护膜,计划留在盖侧表面上的绝缘保护膜也不能被去除。

[0065] 绝缘保护膜的去除方法可以根据绝缘保护膜的厚度而改变。注意到,应该考虑绝缘保护膜的材料;但是,供参考,合适的去除方法如下:在蚀刻剂溶液或清洗液中搅动具有 0.1 至 $0.5 \mu\text{m}$ 厚度的绝缘保护膜。在清洗液中对具有 0.3 至 $1.0 \mu\text{m}$ 厚度的绝缘保护膜施以超声波;以及具有 $1.0 \mu\text{m}$ 或更大厚度的绝缘保护膜适于通过刷子机械地去除。绝缘保护膜越厚,其去除越困难,以及机器和设备的成本越高。由于这些原因,对于制造成本,期望尽可能减薄绝缘保护膜。

[0066] 在本发明的半导体传感器件中,除半导体传感器芯片的周围侧表面外的半导体传感器芯片的其他表面优选耐碱性溶液的材料包覆。

[0067] 通过湿法蚀刻,在碱性溶液中减薄和分开半导体传感器衬底和盖衬底。当执行湿法蚀刻时,被气密固定在盖芯片中的半导体传感器芯片的可移动部分没有被暴露于湿法-蚀刻液,但是除可移动部分以外的半导体传感器芯片的各部分被暴露于湿法蚀刻液,因此所希望的是用耐碱性溶液的材料包覆该部分,以免被湿法蚀刻。作为耐碱性溶液的材料,使用贵金属材料来包覆电极焊盘,同时具有至少 0.05 μm 厚度的二氧化硅、氮化硅膜用来包覆除了电极焊盘之外的各部分。半导体传感器芯片的可移动部分也可以用耐碱性溶液的材料来包覆。二氧化硅或氮化硅膜可以通过 CVD(化学气相淀积)、溅射等形成。贵金属材料可以通过溅射、真空淀积等形成。形成的二氧化硅膜、氮化硅膜和贵金属材料膜可以通过光刻、干法蚀刻等构图。如果用于将盖衬底接合到半导体传感器衬底的接合材料与用作耐碱性溶液的材料贵金属材料相同,那么可以同时形成这些薄膜,这缩短了制造步骤。在完成湿法蚀刻操作之后不必去除耐碱性溶液的材料。

[0068] 在本发明的半导体传感器件中,半导体传感器芯片的周围侧表面可以被表面机械切割或通过激光切割。

[0069] 半导体传感器芯片可以具有通过切割轮切割的侧表面(即,划片表面),而半导体传感器芯片的顶和底部上的盖芯片可以具有湿法蚀刻的侧表面。在通过湿法蚀刻减薄和分开盖衬底之后,通过金刚石切割轮切断半导体传感器衬底,以获得半导体传感器组件。可选的,半导体传感器芯片的侧表面可以通过激光切割的表面,而顶和底盖芯片的侧表面可以是湿法蚀刻的表面。用来分开半导体传感器衬底的激光器可以是受激准分子激光器、YAG 激光器、毫微微秒激光器或二氧化碳气体激光器。二氧化碳气体激光器具有大的激光功率,其实现半导体传感器衬底的快速切割,由此减小工作时间。此外,激光器的使用消除了喷射研磨冷却剂的需要,防止接合区中的破裂。而且,通过激光器切割半导体传感器衬底不产生碎屑。

[0070] 用于制造本发明的半导体传感器件的方法包括:

[0071] 提供半导体传感器衬底,该半导体传感器衬底包括多个半导体传感器芯片,每个具有可移动部分和围绕该可移动部分的接合区,以及盖衬底,包括多个盖芯片,每个盖芯片具有四边形基座和沿该基座周边以堤状形状形成的接合区;

[0072] 在半导体传感器衬底的顶表面和底表面的至少一个上放置盖衬底,以将多个盖芯片的每一个的接合区接合到多个半导体传感器芯片的每一个的接合区,以形成半导体传感器组装衬底,其中该多个半导体传感器芯片的每一个的可移动部分用多个盖芯片的每一个气密密封;

[0073] 在湿法蚀刻液中浸入该半导体传感器组装衬底,以通过在盖衬底的厚度方向上湿法蚀刻该盖衬底,从而减薄该盖衬底和将该盖衬底分为多个盖芯片;

[0074] 在该盖衬底被减薄的过程中或之后,将该半导体传感器衬底分为多个半导体传感器芯片,从而形成其中盖芯片被固定到半导体传感器芯片的半导体传感器组件;以及

[0075] 将该半导体传感器组件接合并固定在基板上,用电线将该半导体传感器芯片连接到基板,并用树脂在该基板上模制半导体传感器组件。期望用耐碱性溶液的涂层涂敷除半导体传感器芯片的接合区外的顶表面和底表面。

[0076] 在用于制造本发明的半导体传感器器件的方法中,所希望的是,在半导体传感器组装衬底被浸于湿法-蚀刻液中的时间期间,从顶部和底部湿法蚀刻半导体传感器衬底的多个半导体传感器芯片的每一个的周围,以将该半导体传感器衬底分为多个半导体传感器芯片,从而形成半导体传感器组件,在该半导体传感器组件中该盖芯片被固定到半导体传感器芯片。

[0077] 在用于制造本发明的半导体传感器器件的方法中,在半导体传感器组装衬底被浸于湿法蚀刻液中,以在盖衬底的厚度方向上湿法蚀刻和减薄盖衬底之后,半导体传感器衬底可以被机械地切割或通过激光切割,以分开多个半导体传感器芯片,从而形成其中盖芯片被固定到半导体传感器芯片的半导体传感器组件。

[0078] 在用于制造本发明的半导体传感器器件的方法中,盖衬底可以具有多个盖芯片,在除盖芯片的接合区以外的表面上具有绝缘保护膜。

[0079] 本发明的优点

[0080] 本发明的半导体传感器器件采用湿法蚀刻来切割盖衬底,从而将盖衬底分为多个盖芯片,在其盖芯片和模制树脂中不遭受破裂,以及可以保证半导体传感器芯片和盖芯片之间的气密性。此外,该盖芯片具有用绝缘保护膜包覆的侧表面,因此即使电线接触盖芯片的侧表面,也能防止绝缘事故。

[0081] 附图简述

[0082] 图 1 示出了本发明例 1 的半导体传感器器件中使用的半导体传感器芯片,其中图 1A 是从顶部观看的半导体器件芯片的透视图,以及图 1B 是其底部透视图;

[0083] 图 2 示出了具有多个图 1 的半导体传感器芯片的半导体传感器衬底,其中图 2A 是半导体传感器衬底的平面图,以及图 2B 是其剖面图;

[0084] 图 3 示出了例 1 的半导体传感器器件中使用的具有多个盖芯片的盖衬底,其中图 3A 是盖衬底的平面图,以及图 3B 是其剖面图;

[0085] 图 4A 至 4G 是例 1 的半导体传感器器件的制造工艺的说明性视图;

[0086] 图 5 示出了例 2 的半导体传感器器件中使用的具有多个半导体传感器芯片的半导体传感器衬底,其中图 5A 是半导体传感器衬底的平面图,以及图 5B 是其剖面图;

[0087] 图 6A 至 6G 是例 2 的半导体传感器器件的制造工序的说明性视图;

[0088] 图 7A 是例 3 的半导体传感器器件中使用的盖衬底的平面图,图 7B 是盖衬底的剖面图,以及图 7C 至 7F 是例 3 的半导体传感器器件的制造工艺的说明性视图;

[0089] 图 8 是例 8 的回转仪传感器器件的剖面图;

[0090] 图 9 示出了例 9 中使用的盖衬底的剖面图;

[0091] 图 10A 至 10G 说明例 10 的半导体传感器器件的制造工艺;

[0092] 图 11 示出了例 10 中使用的盖衬底,其中图 11A 是盖衬底的平面图,以及图 11B 是其剖面图;

[0093] 图 12 示出了例 11 的半导体传感器器件的分解透视图;

[0094] 图 13A 至 13F 是例 11 的半导体传感器器件的制造工艺的说明性视图;

[0095] 图 14 示出了文献中描述的加速度传感器的结构,其中图 14A 是加速度传感器的分解透视图,以及图 14B 是在其中使用的加速度传感器芯片的平面图;

[0096] 图 15A 是文献中描述的半导体传感器组装衬底的剖面图,图 15B 是由衬底制成的

半导体传感器组件的剖面图,图 15C 是使用该组件的半导体传感器件的剖面图,以及图 15D 是具有用树脂模制的组件的另一半导体传感器件的剖面图;

- [0097] 图 16A 和 16B 是具有破裂的常规半导体传感器件的说明性视图;以及
- [0098] 图 17 说明了其中电线可能接触半导体传感器芯片的常规半导体传感器件。
- [0099] 参考数字的说明
- [0100] 2a, 2b, 2c, 2e, 2g : 半导体传感器衬底
- [0101] 3a, 3a', 3b, 3b', 3c, 3c', 3e, 3e', 3f, 3g : 盖衬底
- [0102] 4a, 4b, 4c, 4e, 4g : 半导体传感器组装衬底
- [0103] 10a, 10b, 10e, 10g : 半导体传感器件
- [0104] 10d : 回转仪传感器件
- [0105] 20a, 20b, 20g : 半导体传感器芯片
- [0106] 20d : 回转仪传感器芯片
- [0107] 23a, 23a', 23e, 23e', 23g, 33a, 33b, 33e, 33f, 33g : 接合区
- [0108] 30a, 30a', 30b, 30b', 30c, 30c', 30d, 30d', 30e, 30g : 盖芯片
- [0109] 35b, 35c : 周围侧表面
- [0110] 37e, 37f, 37g : 绝缘保护膜
- [0111] 40a, 40b, 40c, 40d, 40e, 40g : 半导体传感器组件
- [0112] 51a, 51b, 51g : 电线

具体实施方式

[0113] 参考附图,下面将用例子描述本发明。为了清楚起见,相同的元件和部分可以由相同的标记表示。

[0114] 例 1

[0115] 根据本发明的例 1,参考图 1 至 4,现在将用加速度传感器件作为例子,描述半导体传感器件的结构和制造工艺。在下面的描述中,通过 MEMS 技术制造的半导体传感器衬底和半导体传感器芯片分别被认为与加速度传感器衬底和加速度传感器芯片同义。图 1A 和 1B 分别是顶部和底部观看的半导体传感器芯片的透视图;图 2A 和 2B 分别是半导体传感器衬底的平面图和剖面图;图 3A 和 3B 分别是盖衬底的平面图和剖面图;以及图 4A 至 4G 是半导体传感器件的制造工艺的说明性视图。

[0116] 如图 1A 和 1B 所示,半导体传感器芯片(加速度传感器芯片)20a 由压敏电阻器 21a、电线 22a、电极焊盘 24a、由双-虚线限定的接合区 23a 或 23a'、横梁 25a、承重块 26a 和框架 27a 构成。为了制造半导体传感器芯片 20a,使用 SOI(绝缘体上硅)晶片,在 SOI 中,在具有约 400 μm 厚度的硅板上层叠具有几微米厚度的二氧化硅层和具有约 6 μm 厚度的硅层。在图 2A 的平面图中和图 2B 的剖面图中部分地显示了半导体传感器衬底(加速度传感器衬底)2a,在该半导体传感器衬底中,在晶片上形成了大量半导体传感器芯片 20a。在半导体传感器衬底 2a 中通过接缝 29a 连接多个半导体传感器芯片 20a,并沿着由点划虚线表示的切割线 90a 分开,以将该衬底分为多个芯片。在半导体传感器衬底 2a 的顶和底表面上,分别设置接合区 23a 和 23a',以与盖衬底接合。在每个接合区中,依次形成铬、镍和金的叠层,金层在接合区的顶部。与横梁 25a 和承重块 26a 的形成同时形成围绕半导体传感器

芯片 20a 的划分槽 28a。

[0117] 下面是关于半导体传感器衬底 2a 的制造工艺的详细描述。SOI 晶片的硅层,在其上表面上具有压敏电阻器 21a 形状的光刻胶图案,用 3×10^{18} 原子/cm³ 的硼注入该硅层以形成压敏电阻器 21a。连接到压敏电阻器 21a 的电线 22a 通过金属溅射和干法蚀刻来形成。

[0118] 在形成半导体传感器(加速度传感器)的压敏电阻器 21a、电线 22a 和电极焊盘 24a 之后,通过 CVD,在它们上方淀积 0.1 μm 的氮化硅,以及通过光刻和蚀刻去除电极焊盘上的氮化硅。接下来,在整个表面上添加光刻胶膜。在电极焊盘 24a 和接合区 23a、23a' 上形成的光刻胶膜被开口之后,通过金属溅射依次淀积 0.1 μm 厚度的铬、0.2 μm 厚度的镍和 0.5 μm 厚度的金,由此形成层叠膜。在去除光刻胶膜之后,除电极焊盘 24a 和接合区 23a、23a' 上形成的金属膜外,去除金属膜,留下电极焊盘 24a 和接合区 23a、23a' 上的金属层叠膜。将被暴露于湿法蚀刻液的部分被其上留下的氮化硅膜所保护。

[0119] 通过光刻和干法蚀刻处理 SOI 晶片的硅层,以在横梁和框架之间以及在框架和承重块之间形成凹槽,以便由留在硅层中的横梁 25a、承重块 26a 和框架 27a 形成凹槽,以及形成划分槽 28a。在通过交替地引入 SF₆ 和混有氧的气体以及 C₄F₈ 气体产生的等离子体中执行干法蚀刻。当硅被干法蚀刻时,二氧化硅层用作蚀刻停止层。在干法蚀刻中,仅仅硅被蚀刻,而二氧化硅层不被蚀刻。

[0120] 接下来,SOI 晶片被翻转,以在硅板的后表面上的承重块和框架之间形成具有开口空间的抗蚀剂图案。在承重块 26a 和框架 27a 之间的凹槽、横梁和框架之间的凹槽以及部分横梁被从硅板后表面干法蚀刻 100 μm 之后,光刻胶被构图为划分槽 28a 的形状。然后,通过执行干法蚀刻,形成承重块 26a、框架 27a、横梁 25a 和划分槽 28a。通过这些工序,划分槽 28a 形成比承重块 26a 和框架 27a 之间以及横梁 25a 和框架 27a 之间的凹槽浅 100 μm,从而在划分槽 28a 中留下接缝 29a。接缝 29a 具有 100 μm 的厚度和 80 μm 的长度。在干法蚀刻之后,SOI 晶片被浸于氢氟酸和氟化铵溶液中,以通过湿法蚀刻去除二氧化硅层。

[0121] 图 3 部分地图示了盖衬底 3a。图 3A 是从接合区 33a 观看的盖衬底 3a 的平面图,而图 3B 是图 3A 的剖面图。盖衬底 3a 是具有 400 μm 厚度的硅平板和具有一个表面,该表面有驱动抑制凹槽 31a,每个驱动抑制凹槽 31a 具有四边形基座、下沉分隔槽 32a 以及沿驱动抑制凹槽 31a 的周边以堤状形状设置的凸出接合区 33a。在硅平板的一个表面上层叠具有 0.5 μm 厚度的二氧化硅膜之后,形成面对承重块的用于驱动抑制凹槽 31a 的抗蚀剂图案,并蚀刻和去除将成为驱动抑制凹槽 31a 的区域中的二氧化硅。接着,通过 CVD,在盖衬底的整个表面上层叠 0.1 μm 厚度的氮化硅膜。在氮化硅膜上形成抗蚀剂图案,以及在对应于盖衬底的分隔槽 32a 的区域中的氮化硅膜被去除。然后,在 67°C 下,用氢氧化钾溶液(40wt.%)湿法蚀刻盖衬底,以形成深度为 85 μm 的分隔槽 32a。盖衬底的整个表面的氮化硅膜的去除导致形成深度为 15 μm 的驱动抑制凹槽 31a,以及通过附加地湿法蚀刻分隔槽 32a 15 μm,形成深度为 100 μm 的分隔槽 32a。在分隔槽 32a 和驱动抑制凹槽 31a 之间形成的堤状接合区 33a 上,通过真空淀积,形成具有 3 μm 厚度的金-锡合金膜。

[0122] 每个接合区 23a、23a'、33a 被设为具有 60 μm 的宽度,该宽度可以提供良好的气密性。盖衬底 3a 具有 400 μm 的厚度,具有足以对抗在压力下当盖衬底 3a 被接合在加速度传感器衬底 2a 上时产生的约 10kN 的压力的强度,因此在压力接合时,盖衬底 3a 不受到破坏和破裂。

[0123] 利用图 4, 将描述例 1 的半导体传感器件 (加速度传感器件) 的制造工艺。在半导体传感器衬底 2a 的顶和底表面上, 分别接合盖衬底 3a、3a' , 以提供半导体传感器组装衬底 (加速度传感器组装衬底) 4a (图 4A)。半导体传感器组装衬底 4a 被浸于在 67°C 下加热的氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中, 以在盖衬底的厚度方向上将盖衬底 3a、3a' 蚀刻 300 μm 。通过减薄衬底 3a、3a' , 沿切割线 90a' 去除分隔槽 32a, 以及盖衬底的减薄提供了分开的盖芯片 30a 和 30a' (图 4B)。利用其中异丙醇在氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中饱和的溶液, 半导体传感器衬底 2a 被分为芯片, 同时盖芯片 30a、30a' 被进一步减薄, 以及盖芯片的侧表面的边缘部分被蚀刻, 由此获得半导体传感器组件 (加速度传感器组件) 40a (图 4C)。从顶和底侧将半导体传感器衬底的 100 μm 厚度的接缝 29a 每个湿法蚀刻 50 μm , 以将半导体传感器组装衬底分为多个半导体传感器芯片 20a。然后, 盖芯片 30a、30a' 也被附加地蚀刻 50 μm , 以便对应于驱动抑制凹槽 31a 的盖芯片的厚度被减小到 50 μm 。具有饱和异丙醇的湿法蚀刻液的使用以约 30 μm 高度以大致三角脊的形状在半导体传感器芯片的侧表面上留下突出 46a。该在视觉上或在立体显微镜下可以容易地辨别的大致三角脊形突出 46a 可以被用作识别标志, 以通过批号、规格等来区分半导体传感器组件 40a。

[0124] 执行来自半导体传感器件的信号放大、温度调节等的电路板 65a 用环氧树脂粘合剂黏附地固定在具有 200 μm 厚度的布线板 60a 上 (图 4D)。半导体传感器组件 40a 用环氧基树脂 (图 4E) 黏附地固定在电路板 65a 上。半导体传感器组件 40a 的电极焊盘 24a 和电路板 65a 的电极焊盘 66a 以及电路板 65a 的电极焊盘 67a 以及布线板 60a 的电极焊盘 61a 分别与具有 25 μm 直径的裸金线 51a 连接 (图 4F)。

[0125] 通过转移模制法, 用环氧树脂 70a 模制其中组装了半导体传感器组件 40a、电路板 65a 和布线板 60a 的结构。该转移模制操作通过以下步骤和在下面的条件下进行。在模制管芯内支持其中组装了半导体传感器组件 40a、电路板 65a 和布线板 60a 的结构。通过加热容器的突出部分, 软化制模机的容器中装载的树脂片剂, 以及在 5MPa 下, 活塞 (按压机构) 在该容器中在 175°C 下将软化的树脂按压到模制管芯中。模制时间是两分钟。在模制管芯中固化了该树脂之后, 从该模制管芯取出该树脂模制产品, 结果形成半导体传感器件 10a (图 4G)。我们使用了一个通过一系列转移模制操作能提供五十个半导体传感器件 10a 的模制管芯。

[0126] 例 2

[0127] 参考图 5 和 6, 将描述本发明例 2 中的半导体传感器件 (加速度传感器件)。图 5 部分地图示了半导体传感器衬底 (加速度传感器衬底) 2b。图 5A 是具有压敏电阻器 21b 的侧面的半导体传感器衬底 2b 的平面图; 以及图 5B 是图 5A 的剖面图。图 6A 至 6G 是例 2 的半导体传感器件 10b 的制造工艺的说明性视图。除了缺少设置在例 1 的半导体传感器衬底中的分隔槽 28a 和接缝 29a 外, 图 5 中的半导体传感器衬底 2b 具有与例 1 的半导体传感器衬底相同的结构和元件, 因此其详细描述将被省略。盖衬底 3b、3b' 的形状和材料也与例 1 中的盖衬底 3a 相同。

[0128] 现在将通过参考图 6, 描述例 2 的半导体传感器件 10b 的制造工艺。盖衬底 3b、3b' 由具有 400 μm 厚度的硅平板构成, 以及每个包括驱动抑制凹槽 31b、下沉分隔槽 32b 和凸出接合区 33b, 该盖衬底 3b、3b' 分别被接合在半导体传感器衬底 2b 的顶表面和底表面上, 结果形成半导体传感器组装衬底 (加速度传感器组装衬底) 4b (图 6A)。半导体传感

器组装衬底 4b 被浸于加热到 67°C 的氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中,以湿法蚀刻和减薄盖衬底 3b、3b',以便将它们分为盖芯片 30b 和 30b'。在例 1 中,用于将半导体传感器衬底 2a 分为芯片所执行的湿法蚀刻可以对盖衬底 3a、3a' 同时提供附加的减薄步骤;但是,在通过金刚石切割轮分开半导体传感器衬底 2b 的例 2 中,盖衬底需要比例 1 更大量的用于减薄盖衬底本身的湿法蚀刻操作。盖衬底 3b、3b' 在厚度方向上被湿法蚀刻 340 μm,以使得对应于驱动抑制凹槽 31b 的盖衬底的硅厚度被减小到 60 μm。通过去除对应于分隔槽 32b 的硅,每个盖衬底 3b 和 3b' 被分为单个盖芯片 30b 和 30b'。接着,在其中异丙醇在氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中饱和的溶液中将盖芯片 30b、30b' 湿法蚀刻 10 μm,以将驱动抑制凹槽 31b 后面的硅厚度减小到 50 μm。该 10 μm 的附加湿法蚀刻在盖芯片 30b、30b' 的侧表面 35b 上产生两个或更多个面,以及该两个面形成 90° 或更大的角度 (图 6B)。

[0129] 在盖衬底 3b、3b' 被分为单个盖芯片 30b、30b' 之后,通过 2000- 粒度的金刚石切割轮,沿切割线 90b 切断半导体传感器衬底 2b,以获得半导体传感器芯片 (加速度传感器芯片) 20b。在 20000rpm 的轮转速下执行切割,在金刚石切割轮和半导体传感器组装衬底 4b 上注入 3 至 5 升/分的研磨冷却剂。半导体传感器的侧表面的表面粗糙度为 $R_a \leq 200\text{nm}$ 。根据 JIS B0601 来测量表面粗糙度 R_a 。半导体传感器衬底 2b 被分开,以获得半导体传感器组件 40b (图 6C)。电路板 65b 被黏附地固定在布线板 60b (图 6D) 上,以形成布线板 60b 和电路板 65b 的组件。在该组件上粘接半导体传感器组件 40b 之后 (图 6E),布线板 60b、电路板 65b 和半导体传感器组件 40b 与电线 51b 电连接 (图 6F),以及通过罐封法在环氧树脂 70b 中完全模制其中组装了半导体传感器组件 40b、电路板 65b 和布线板 60b 的结构,由此获得半导体传感器 10b (图 6G)。在与例 1 相同的制造条件下进行从图 6D 至图 6F 的步骤,它们的描述将被省略。在图 6G 的步骤中,在模制管芯内放置其中组装了半导体传感器组件 40b、电路板 65b 和布线板 60b 的结构,以及在约 180°C 下加热的熔化环氧树脂被注入到该管芯中并被固化。在环氧树脂的固化过程中,施加足以获得希望形状的压力。

[0130] 例 3

[0131] 通过湿法蚀刻减薄并分开具有不同于例 1 和 2 的盖芯片的晶向的例 3 的盖芯片,同时通过切割轮切割半导体传感器衬底,以获得半导体传感器芯片。参考图 7,将描述例 3 的半导体传感器 (加速度传感器) 的制造工艺。图 7A 是从将要接合到半导体传感器衬底 (加速度传感器衬底) 2c 的侧面观看的盖衬底 3c 或 3c' 的平面图;以及图 7B 是图 7A 的剖面图。盖衬底 3c、3c' 的每个侧表面由 {100} 硅晶面构成。面对半导体传感器衬底的承重块的驱动抑制凹槽 31c 是每个被 {100} 面和 {111} 面围绕的八边形,并具有通过过蚀刻打磨的边缘部分 311c,即钝角边缘。在 {100} 面和 {100} 面的相交处,相应于边缘部分 311c 的外缘部分 312c 也被打磨 (图 7A)。盖衬底 3c、3c' 分别被接合到半导体传感器衬底 2c 的顶表面和底表面上,以获得半导体传感器组装衬底 (加速度传感器组装衬底) 4c (图 7C)。半导体传感器组装衬底 4c 被浸于加热到 67°C 的氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中,以将盖衬底 3c、3c' 蚀刻 300 μm。减薄的盖衬底 3c、3c' 沿分隔槽 32c 被分为盖芯片 30c。在 {100} 面和 {100} 面的相交处附近形成盖芯片的侧表面 35c 的边缘部分 351c (图 7D)。进一步的湿法蚀刻斜切该侧表面 35c 的边缘部分 351c,以形成高阶晶面,由此获得由 {100} 面、高阶晶面 -{100} 面构成的侧表面 35c 上的边缘部分 352c (图 7E)。在盖衬底 3c、3c' 由此被分为盖芯片 30c、30c' 之后,通过 2000- 粒度的金刚石切割轮沿切割线 90c 切断半导体传

传感器衬底 2c, 以将它分为多个半导体传感器芯片, 由此获得半导体传感器组件 40c (图 7F)。切割条件与例 2 的相同。然后, 在与例 1 的相同制造条件下, 通过转移模制法, 用树脂模制半导体传感器组件 40c, 以形成半导体传感器件。

[0132] 例 4

[0133] 在用图 6 描述的例 2 的半导体传感器件的制造工艺中的分开步骤中 (图 6C), 例 4 使用激光器切割半导体传感器衬底。使用的激光器是具有 800W 的额定输出的二氧化碳气体激光器。处理 / 馈送速度被设为 1 至 2m/min。除切割步骤之外, 用和例 2 相同的方式进行所有步骤, 以及在与例 1 相同的条件下, 通过转移模制法执行树脂模制。

[0134] 例 5

[0135] 在根据例 1 至 4 的每一个制造的 1000 个半导体传感器组件上 (组件既不粘附在板上, 也不用树脂模制) 和其中通过切割轮切割盖芯片的 1000 个比较半导体传感器组件上进行气密性测试。尽管从例 1 至 4 的每一个和比较样品中将被测试的半导体传感器组件的数目是 1000, 但是由于每个半导体传感器组件包括两个盖芯片, 因此将被测试的组件的实际数目是 2000, 因此对于它们的可接受概率的计算来说, 总数的参数被设为 2000。用嗅探器 He 泄露检测器进行气密性测试。气密性测试的结果如下。在其中盖衬底和半导体传感器衬底通过湿法蚀刻被分为芯片的例 1 的半导体传感器组件中, 没有故障发生; 可接受率是 100%。在其中通过湿法蚀刻分开盖衬底但是通过金刚石切割轮切断半导体传感器衬底的例 2 的半导体传感器组件中有八个次品; 可接受率是 99.6%。在其中通过湿法蚀刻分开具有不同晶向的盖衬底以及通过金刚石切割轮切断半导体传感器衬底的例 3 的半导体传感器组件中没有次品; 可接受率是 100%。在其中通过湿法蚀刻分开盖衬底以及通过激光器切断半导体传感器衬底的例 4 的半导体传感器组件中没有故障发生; 可接受率是 100%。在比较半导体传感器组件中, 在 618 个半导体传感器组件中发生故障; 可接受率是 69.1%。一些半导体传感器组件在上和下盖芯片中都有故障, 相对于半导体传感器组件的数目 (即, 总数的参数被设为 1000), 这将可接受率改变为 78.8%。本发明的半导体传感器组件以 99.6% 至 100% 的可接受率通过气密性测试, 以及与以 69.1% 的可接受率通过气密性测试的比较半导体传感器组件相比较, 证明了具有显著的提高。

[0136] 对例 2 的八个缺陷半导体传感器组件进行检查。所有八个半导体传感器组件的空气泄漏应当归因于盖芯片和半导体传感器芯片之间的接合部分中的破裂, 实际上在硅和接合材料之间以及在接合部分附近的硅有破裂。发现在对应于驱动抑制凹槽的具有 50 μm 厚度的硅没有破裂。约 20% 的缺陷比较半导体传感器组件具有接合部分破裂, 而约 80% 的组件在驱动抑制凹槽附近具有盖芯片破裂。该结果证实通过湿法蚀刻减薄和分开盖衬底以防止驱动抑制凹槽附近的盖芯片破裂的有效性。可以设想, 由于切割半导体传感器衬底的金刚石切割轮产生的颤动或由于通过研磨冷却剂提供的力 (如同拉掉盖芯片) 而产生了例 2 的样品和比较样品的接合部分破裂。利用注入衬底上的研磨冷却剂通过金刚石切割轮分开半导体传感器衬底的方法被认为难以将破裂发生的可能性减小为零。

[0137] 例 6

[0138] 对通过转移模制工艺制造的树脂部分中的破裂进行评估。在该评估中, 使用了根据例 1、3 和 4 的每一个制造的 1000 个半导体传感器件和通过使用的切割轮切割盖芯片和加速度传感器芯片制造的 1000 个比较半导体传感器件。每个样品的树脂部分被预先检

查,以通过立体显微镜检测破裂的存在,仅仅使用没有破裂的样品。每个样品经受 -80°C 至 80°C 的温度变化,该温度变化被定义为一个热循环。在 100 次热循环测试之后,通过立体显微镜检查样品的树脂部分中存在的破裂。在例 1、3 和 4 的样品中没有发现破裂;可接受率是 100%。有 42 个比较半导体传感器件样品发生了破裂;可接受率是 95.8%。该半导体传感器件被分解,以及研究该破裂,并发现该破裂从盖芯片的侧表面上的边缘部分开始。这些证明了用两个或更多面形成盖芯片的侧表面以及使侧表面上的边缘部分为钝角的有效性。

[0139] 例 7

[0140] 对通过罐封工艺制成的树脂部分中的破裂进行评估。在该评估中,在用和例 6 相同的方法热循环之后,通过立体显微镜检查根据例 2 制造的 1000 个半导体传感器件,检测树脂部分中的破裂的存在;但是,在例 2 的样品中没有发生破裂;可接受率是 100%。通过将些结果连同例 6 的结果一起考虑,可以认为,模制树脂中发生的树脂破裂不是树脂模制法的原因,而是由于盖芯片的侧表面的边缘形状。这表明由两个或更多面构成的盖芯片侧表面和该侧表面上的钝角边缘部分显著有效地防止了树脂破裂的发生。

[0141] 例 8

[0142] 图 8 是回转仪传感器件的剖面图。该回转仪传感器件使用了回转仪传感器衬底作为例 1 中使用的加速度传感器衬底的替代。盖衬底的结构及其制造工艺与例 1 中使用的相同。回转仪传感器件 10d 包括半导体传感器组件(回转仪传感器组件)40d,其由具有可移动部分的可移动回转仪传感器芯片 20d 和密封可移动部分的盖芯片 30d、30d' 构成。电路板 65d 和半导体传感器组件 40d 用粘合剂固定在布线板 60d 上。半导体传感器组件 40d 的端子 24d 和电路板 65d 的电极焊盘 66d 以及电路板 65d 的电极焊盘 67d 以及布线板 60d 的电极焊盘 61d 与电线 51d 连接。其中组装了半导体传感器组件 40d、电路板 65d 和布线板 60d 的结构完全包封在环氧树脂 70d 中,结果形成回转仪传感器件 10d。回转仪传感器芯片包括承重块、检测部分和接合区。施加到回转仪传感器芯片的角速度使得承重块移动,以及检测部分检测作为静电电容的改变的承重块的位移。在图 8 中,关于承重块、检测部分、接合区等的详细描述被省略。回转仪传感器衬底包括通过微机械加工(如光刻、蚀刻技术和成膜技术)形成的承重块、检测部分、接合区以及分隔槽。回转仪传感器衬底和盖衬底在真空中接合,以使它们成为半导体传感器组装衬底(回转仪传感器组装衬底)。该半导体传感器组装衬底被浸于四甲基铵溶液中以湿法蚀刻该衬底,用于减薄和分开该盖衬底,其中四甲基铵溶液是氢氧化铵-基溶液的一种。此外,该回转仪传感器衬底的接缝被湿法蚀刻,以将回转仪传感器衬底分为芯片,由此获得半导体传感器组件 40d。非树脂-模制的半导体传感器组件 40d 被提交气密性测试。使用嗅探器 He 泄露检测器进行气密性测试。一千个测试样品没有示出任何故障并以 100%的比例通过。此外,1000 个样品被测试,以研究通过转移模制工艺制成的树脂中的破裂;但是没有发现破裂。

[0143] 例 9

[0144] 该例子使用与例 1 中制造的那些结构相同结构的盖衬底,但是每个具有在面向半导体传感器衬底的表面上通过 CVD 形成的 $0.3\mu\text{m}$ 厚度的氮化硅绝缘保护膜 37e。在图 9 的剖面图中示出了如此形成的盖衬底 3e。在盖衬底 3e 的驱动抑制凹槽 31e 和分隔槽 32e 之间的每个接合区 33e 上,通过真空淀积形成了 $4\mu\text{m}$ 厚度的金-锡合金膜 4。

[0145] 在具有与例 2 中使用的半导体传感器衬底结构相同的半导体传感器衬底(加速度

传感器衬底) 2e 的顶和底表面上, 分别接合盖衬底 3e、3e', 以提供图 10A 所示的半导体传感器组装衬底 (加速度传感器组装衬底) 4e。具体地, 在针对半导体传感器衬底 2e 的接合区 23e、23e' 的金层的压力下以及被加热到约 320°C, 按压盖衬底 3e、3e' 的接合区 33e 上淀积的金-锡合金膜 (4 μm 厚度), 由此盖衬底 3e、3e' 分别被接合到半导体传感器衬底 2e 的两个表面。半导体传感器组装衬底 4e 被浸于加热到 67°C 的氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中, 以在厚度方向上将盖衬底 3e、3e' 蚀刻 300 μm, 直到由双虚点划线表示的蚀刻线 90e"。盖衬底的减薄完全去除了对应于盖衬底中的分隔槽 32e 的硅, 而仅仅留下绝缘保护膜 37e (图 10B)。在蚀刻剂溶液中从左右和上下搅动半导体传感器组装衬底 4e 约 10 次, 以去除盖芯片 30e 之间的绝缘保护膜 37e (图 10C)。通过 2000- 粒度的金刚石切割轮, 以 20000rpm 的轮转速沿切割线 90e 切断半导体传感器衬底 2e, 以获得半导体传感器组件 (加速度传感器组件) 40e (图 10D)。在被固定到电路板 65e 和布线板 60e 上并用电线连接之后, 用树脂模制组件 40e, 以获得半导体传感器件 (加速度传感器件) 10e。在电路板 65e 和布线板 60e 上固定半导体传感器组件 40e 之后的步骤与例 1 中的相同, 因此它们的描述将被省略。曾经被剧烈地蚀刻的盖芯片的边缘与由机械去除绝缘保护膜的其他部分所产生的绝缘保护膜的边缘结合, 以及该边缘形成钝角。该钝角边缘防止模制树脂破裂。

[0146] 例 10

[0147] 该例子使用图 11 中所示的盖衬底 3f。图 11A 是盖衬底 3f 的平面图, 而图 11B 是盖衬底 3f 的剖面图。盖衬底 3f 是具有 400 μm 厚度的硅平板, 以及具有其上形成驱动抑制凹槽 31f、下沉分隔槽 32f 和凸出接合区 33f 的表面。通过热氧化在硅平板的一个表面上形成 1.0 μm 厚度的二氧化硅膜之后, 形成用于驱动抑制凹槽 31f 的抗蚀剂图案, 以及通过蚀刻, 去除将成为驱动抑制凹槽 31f 的区域上的硅。此外, 通过热氧化形成 0.7 μm 厚度的二氧化硅膜, 以及在该二氧化硅上形成抗蚀剂图案, 以去除对应于盖衬底的分隔槽 32f 的区域中的二氧化硅。接下来, 在被加热到 67°C 的氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中将分隔槽 32f 湿法蚀刻 90 μm 的深度。在去除盖衬底的整个表面上的二氧化硅之后, 驱动抑制凹槽 31f 具有 10 μm 的深度, 以及分隔槽 32f 被再次蚀刻 10 μm, 以便最终具有 100 μm 深度。在其中形成驱动抑制凹槽 31f 和分隔槽 32f 的整个表面上, 通过热氧化形成 0.6 μm 厚度的二氧化硅层作为绝缘保护膜 37f。形成在接合区上具有开口空间的抗蚀剂框, 以及在该开口空间中形成 4 μm 厚度的金-锡合金膜 4。

[0148] 图 11 所示的盖衬底 3f 分别被接合到半导体传感器衬底的顶和底表面上以形成半导体传感器组装衬底, 该半导体传感器衬底是与例 2 中使用的半导体传感器衬底相同的半导体传感器衬底。然后, 在盖衬底的接合区上淀积的金-锡合金膜被加热到约 320°C, 同时在针对半导体传感器衬底的接合区中的金层的压力下按压, 以在半导体传感器衬底的两个表面上接合盖衬底。接着, 半导体传感器组装衬底被浸于加热到 67°C 的氢氧化钾溶液 (40wt. %) 中, 以便在盖衬底的减薄工序之后, 完全去除分隔槽中留下的硅。通过将半导体传感器组装衬底浸入异丙醇和水的混合物中并同时施加超声波, 可以完全去除盖芯片之间留下的由二氧化硅制成的绝缘保护膜。异丙醇和水的混合物的使用避免所去除的二氧化硅再次沉积在半导体传感器组装衬底上。通过 2000- 粒度的金刚石切割轮切断半导体传感器衬底, 以获得半导体传感器组件。在电路板和布线板上固定组件并用电线在其间连接之后, 用树脂模制该组件和板, 以成为半导体传感器件。

[0149] 在其中如此形成分隔槽 32f 的侧壁以具有 {100} 硅晶面的例 10 中,该侧壁垂直于盖衬底,因此可以增加盖芯片的侧表面和电极之间的距离,由此防止电线临近该侧表面。驱动抑制凹槽 31f 的侧表面由 {111} 晶面和 {100} 晶面构成。

[0150] 例 11

[0151] 现在将参考图 12 和 13 描述例 11。例 11 的半导体传感器件是静电电容型回转仪传感器。该类型的回转仪传感器具有在其硅衬底的一侧上形成的检测部分,因此需要一个盖芯片。图 12 是回转仪传感器的分解透视图,而图 13A 至 13F 是应用于回转仪传感器的半导体传感器件的制造工艺的说明性视图。

[0152] 如图 12 所示,半导体传感器芯片(回转仪传感器芯片)20g 包括静电电容检测部分 21g、电路元件 28g、电线 22g、电极焊盘 24g 以及接合区 23g。在半导体传感器芯片 20g 的制造中,使用 SOI 晶片,其中在约 500 μm 厚度的硅板上层叠几微米厚度的二氧化硅层和几十微米厚度的硅层。在 SOI 晶片的硅层的侧面上,借助于半导体加工技术、光刻技术和成膜技术形成用于放大信号的电路元件 28g、静电电容检测部分 21g、接合区 23g 和电极焊盘 24g。盖芯片 30g 具有与例 1 所述相同的结构,但是包括通过在面对半导体传感器衬底的表面上的热氧化形成的 1.0 μm 厚度的二氧化硅绝缘保护膜 37g。在盖芯片 30g 的面对半导体传感器芯片 20g 的表面上,有四边形基座形状的驱动抑制凹槽 31g 和围绕该驱动抑制凹槽 31g 的堤状的接合区 33g。在接合区 33g 上,通过真空淀积形成 4 μm 厚度的金-锡合金膜。

[0153] 下面将参考图 13A 至 13F 描述例 11 的半导体传感器件(回转仪传感器件)10g 的制造工艺。在半导体传感器衬底(回转仪传感器衬底)2g 的表面上接合盖衬底 3g,以提供半导体传感器组装衬底(回转仪传感器组装衬底)4g(图 13A),在半导体传感器衬底的所述表面中形成了电路元件 28g 和静电电容检测部分 21g。半导体传感器组装衬底 4g 被浸于加热到 70°C 的四甲基铵溶液(25wt.%)中,以蚀刻和减薄盖衬底 3g 和半导体传感器衬底 2g 到由双虚点划线表示的蚀刻线 90g。通过蚀刻去除的部分具有 300 μm 的厚度。盖衬底的该减薄完全去除对应于分隔槽 32g 的硅,但是仅仅留下绝缘保护膜 37g(图 13B)。通过在蚀刻剂溶液中和清洗液中搅动半导体传感器组装衬底 4g,可以去除大部分盖芯片之间的绝缘保护膜 37g,以及通过刷洗绝缘保护膜 37g 几次,完全去除该残留物(图 13C)。通过激光照射,沿切割线 90g 切断半导体传感器衬底 2g。在此使用的激光器是具有 800W 的额定功率的二氧化碳气体激光器。该切割工序以 1 至 2m/min 的馈送速度执行,由此获得半导体传感器组件(回转仪传感器组件)40g(图 13D)。

[0154] 利用环氧树脂,在 200 μm 厚度的布线板 60g 上粘接半导体传感器组件 40g,以及用具有 25 μm 直径的裸金电线 51g 连接半导体传感器组件 40g 的电极焊盘 24g 和布线板 60g 的电极焊盘 61g。通过转移模制法,用环氧树脂 70g 模制其中组装了半导体传感器组件 40g 和布线板 60g 的结构,以获得半导体传感器件 10g(图 13F)。

[0155] 例 12

[0156] 利用半导体传感器件和比较半导体传感器件,对噪音和短路的存在进行评估,其中每个半导体传感器件使用分别具有例 9 至 11 的绝缘保护膜 37e、37f 和 37g 之一的硅盖,比较半导体传感器件每个使用没有任何绝缘保护膜的硅盖。2000 个比较半导体传感器件当中有八个次品;缺陷比率是 0.4%。在盖芯片的表面上形成有绝缘保护膜的例 9 至 11 的 2000 个半导体传感器件的每一个中都没有发生故障;缺陷比率是 0%。盖芯片的侧表面上

形成的绝缘保护膜可以避免诸如噪声和短路的故障。

[0157] 工业实用性

[0158] 通过 MEMS 技术制造的本发明的半导体传感器件具有盖芯片,其周围侧表面被湿法蚀刻,这防止了切割操作过程中盖芯片和模制树脂中的破裂,并保证了半导体传感器芯片和盖芯片之间的气密性。此外,其侧表面用绝缘保护膜包覆的盖芯片保证其绝缘性能。这使得本发明的用来检测和测量诸如加速度、角速度和压力的物理量的半导体传感器件高度可靠并具有小的故障发生率。

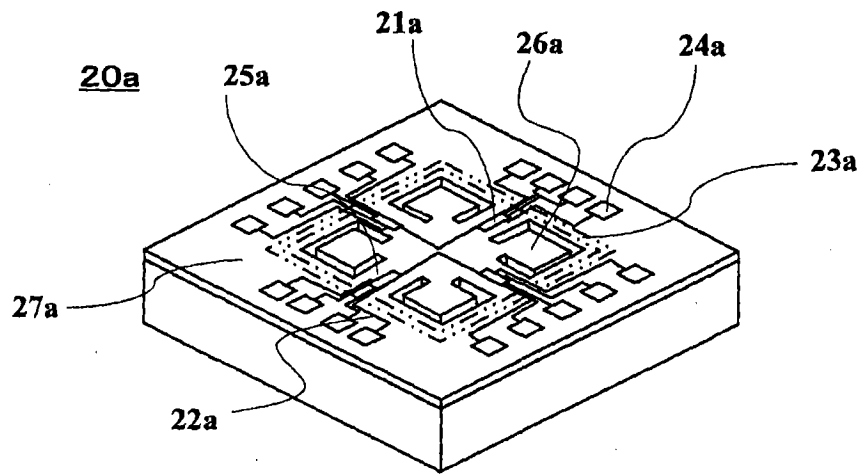


图 1A

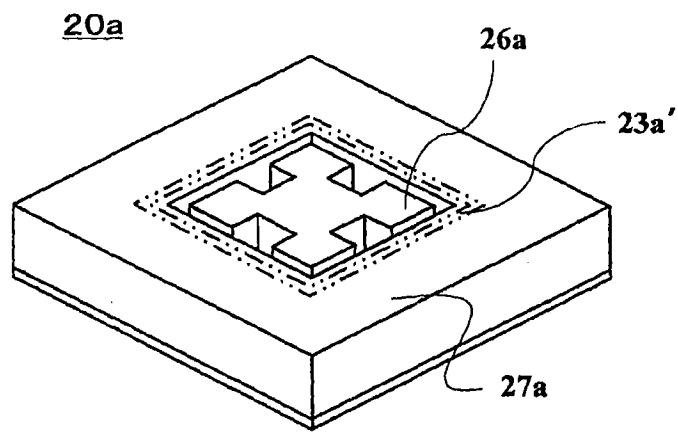


图 1B

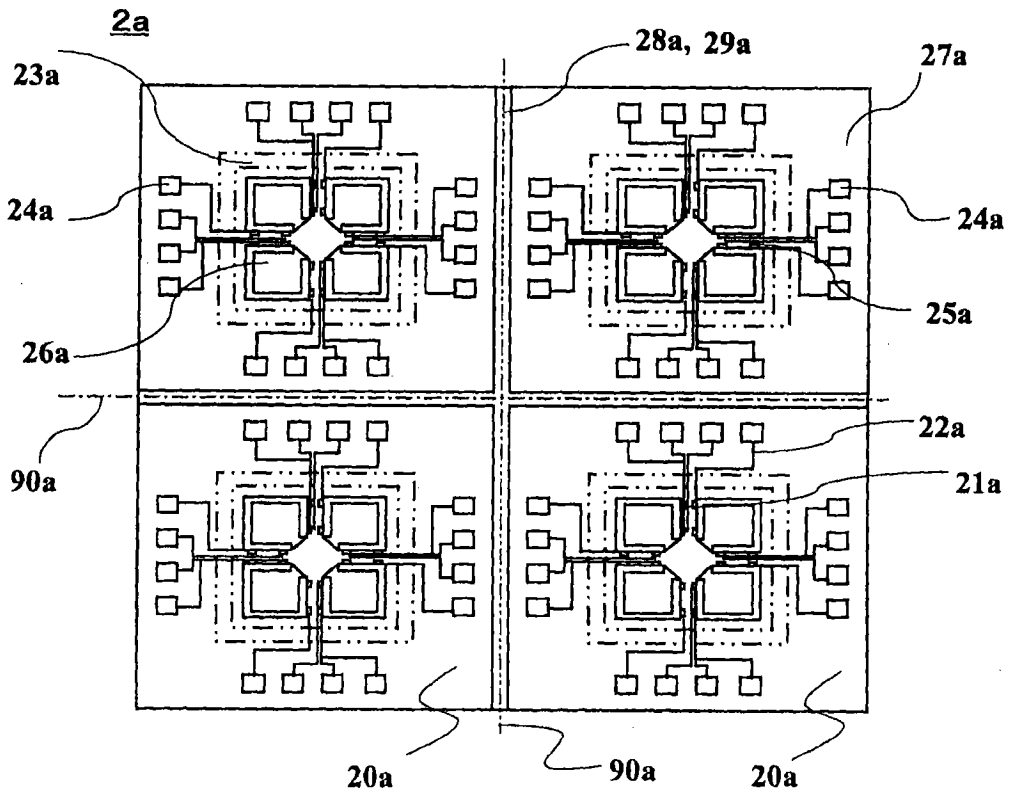


图 2A

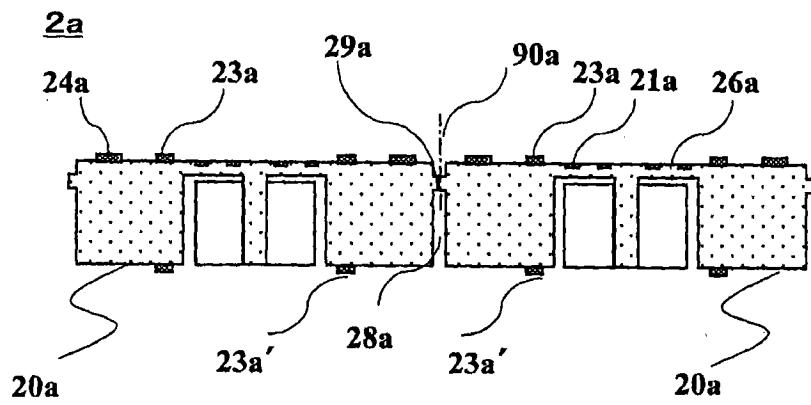


图 2B

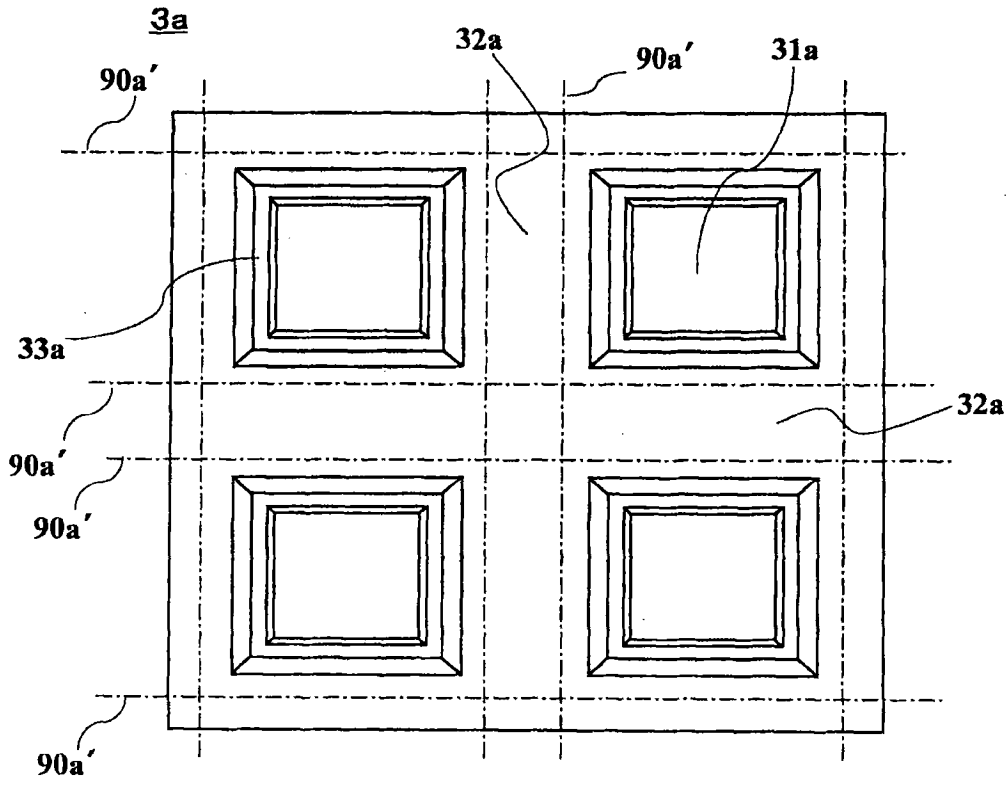


图 3A

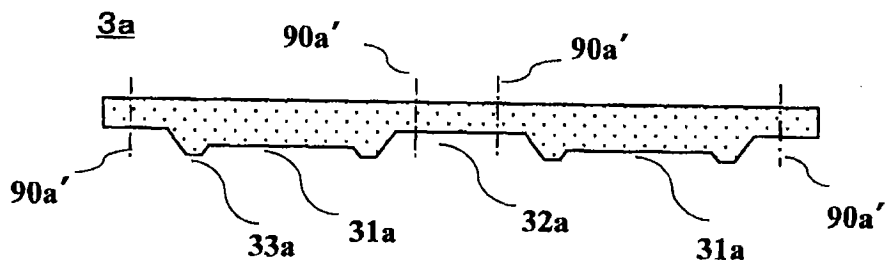


图 3B

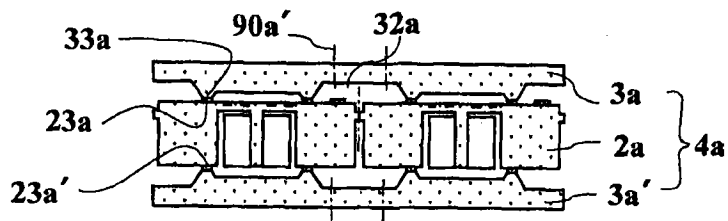


图 4A

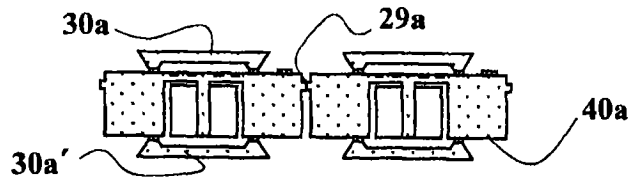


图 4B

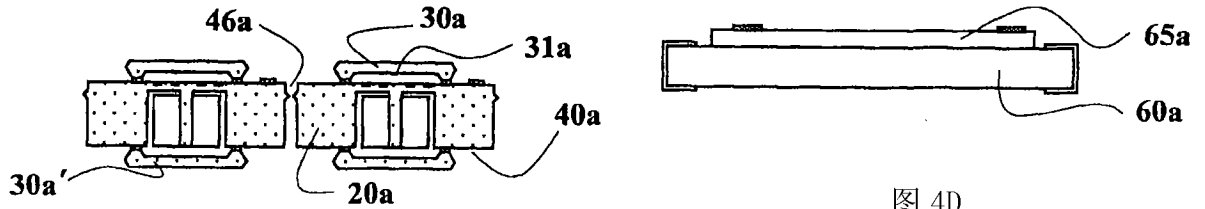


图 4C

图 4D

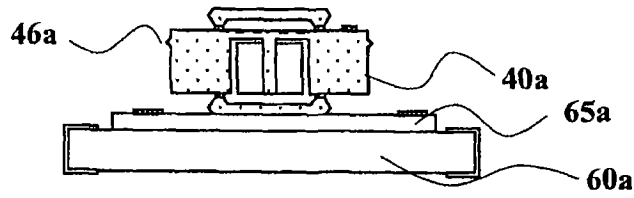


图 4E

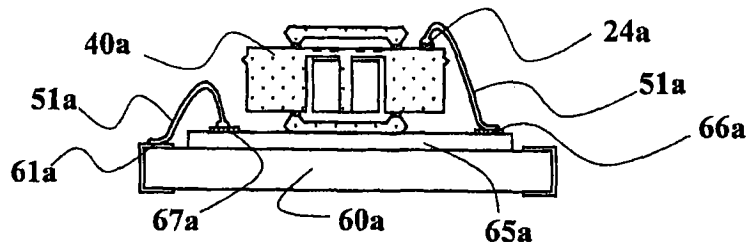


图 4F

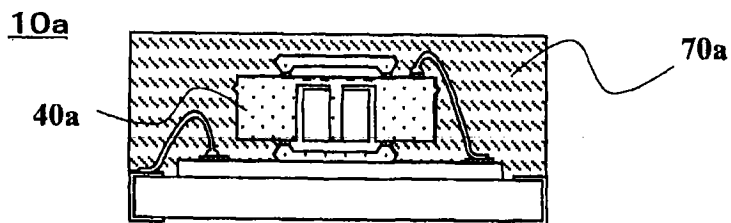


图 4G

2b

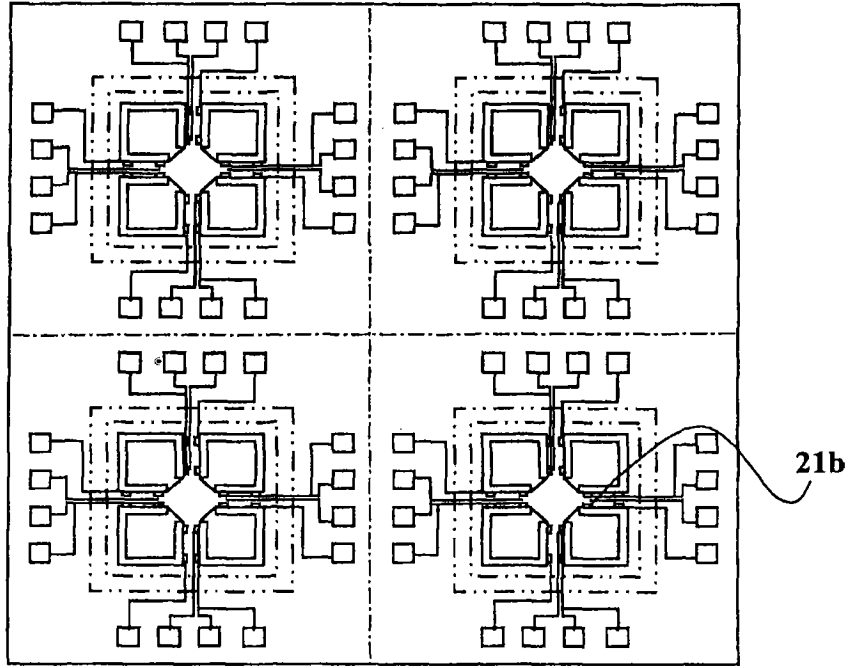


图 5A

2b

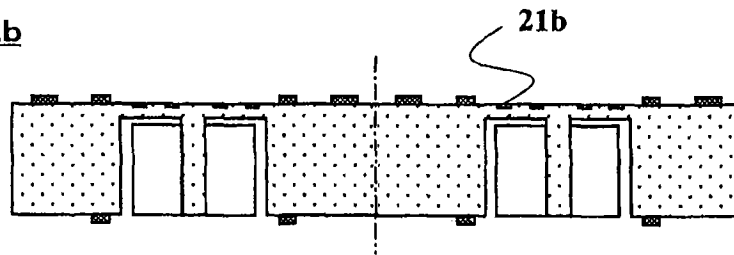


图 5B

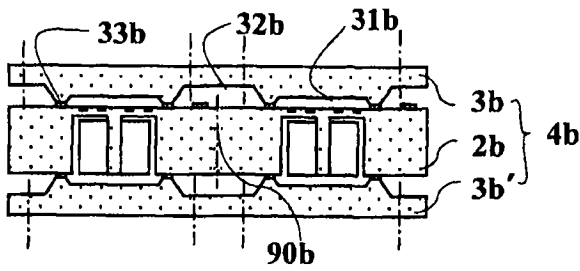


图 6A

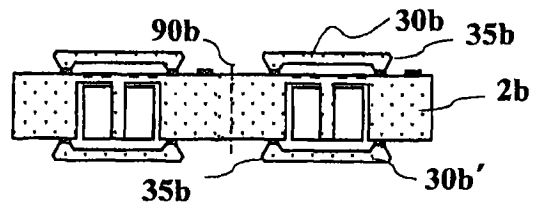


图 6B

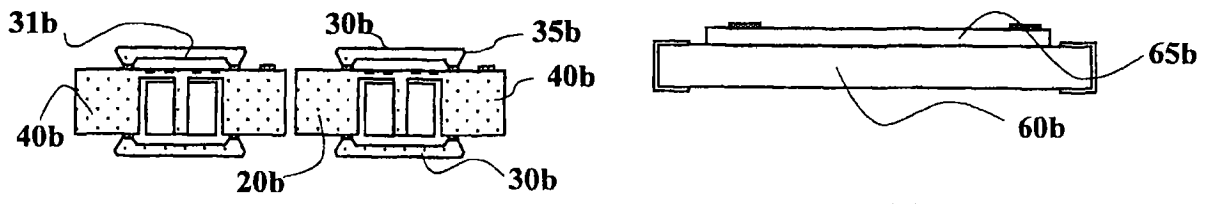


图 6C

图 6D

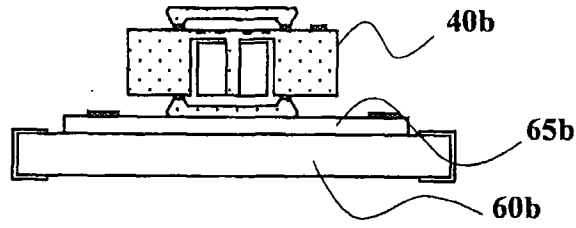


图 6E

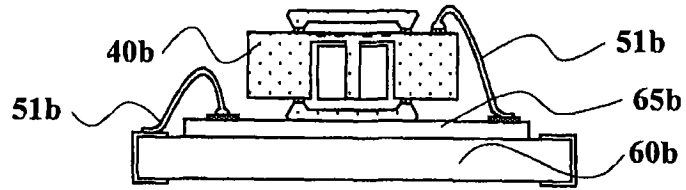


图 6F

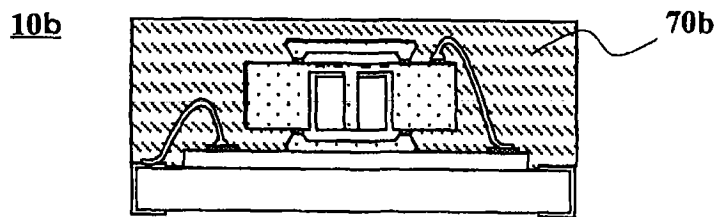


图 6G

图 7A

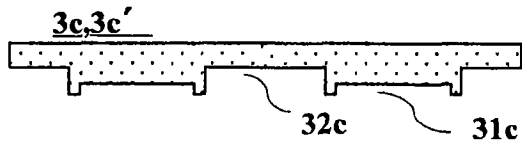
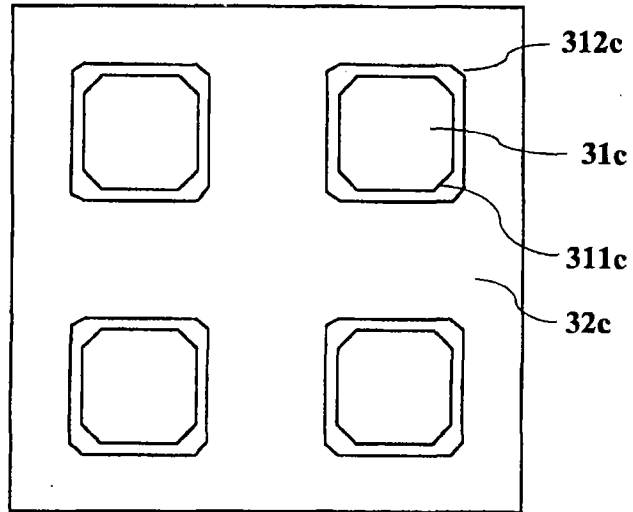


图 7B

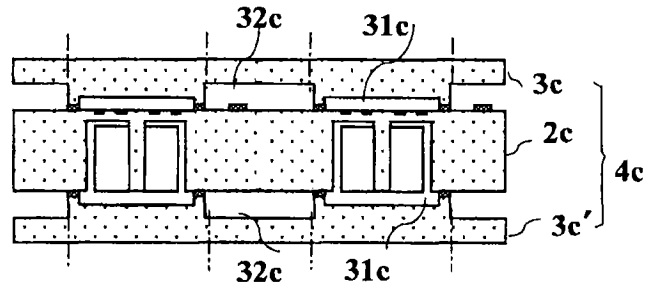


图 7C

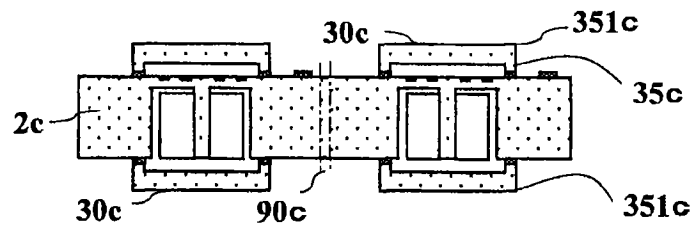


图 7D

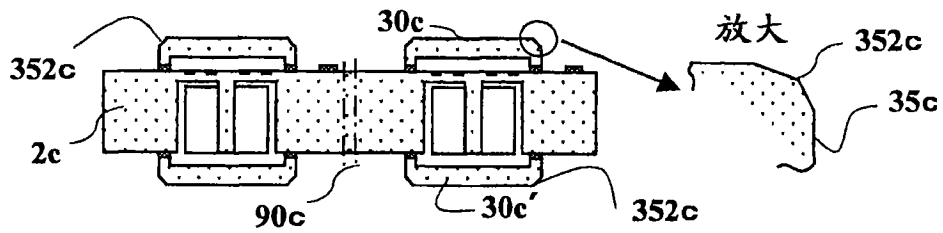


图 7E

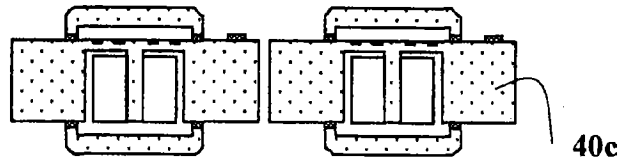


图 7F

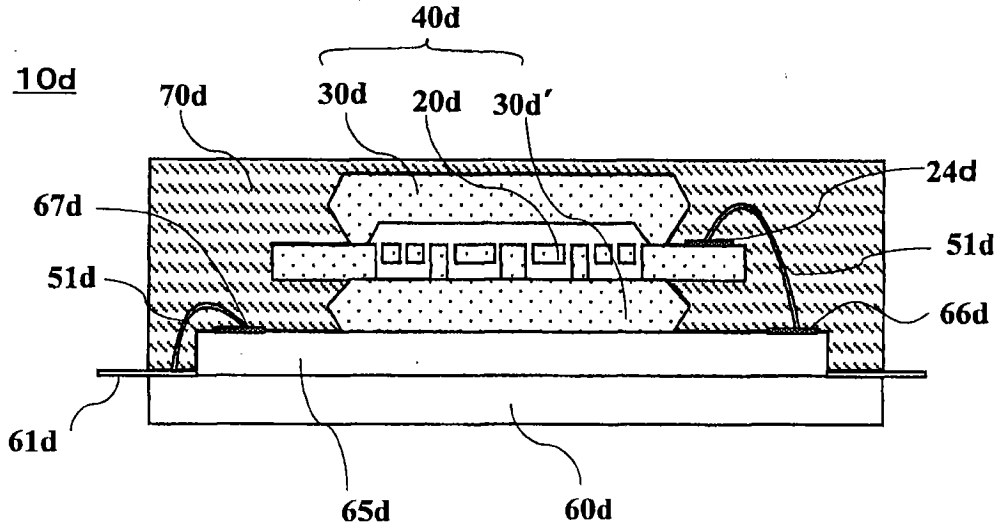


图 8

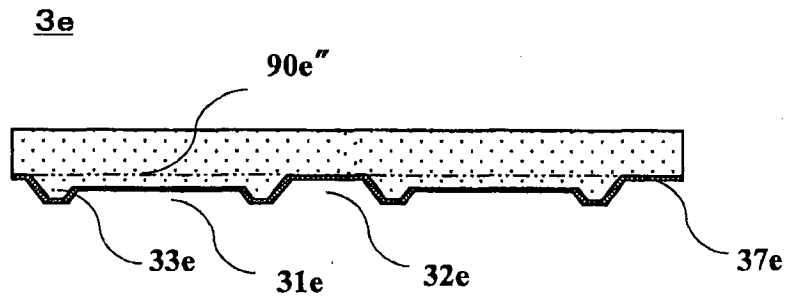


图 9

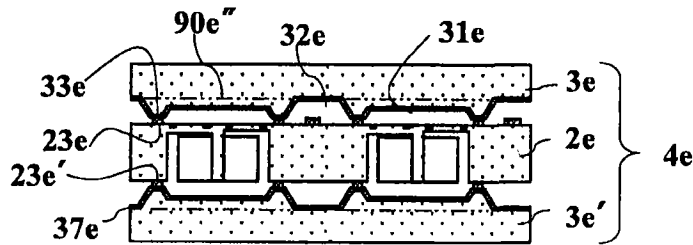


图 10A

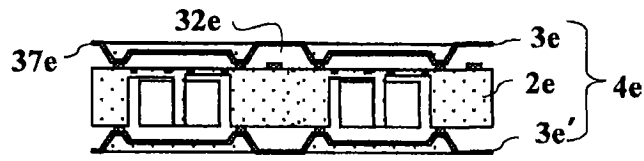


图 10B

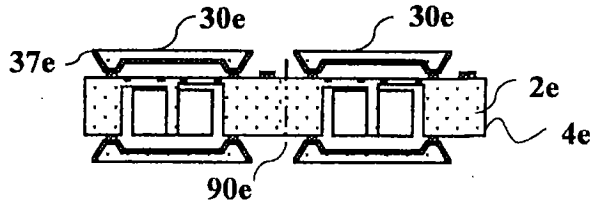


图 10C

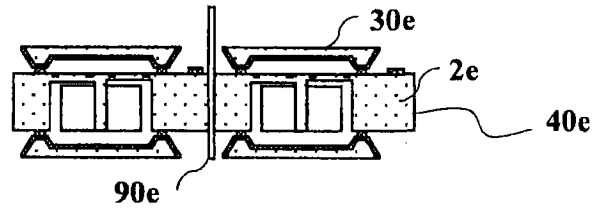


图 10D

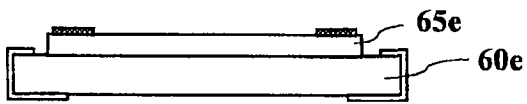


图 10E

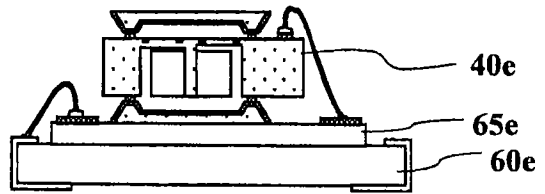


图 10F

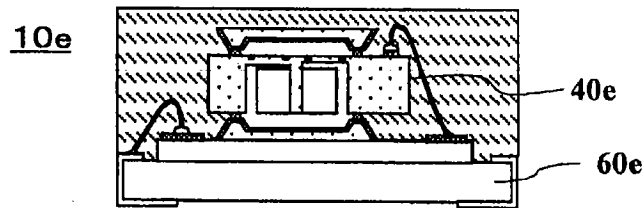


图 10G

3f

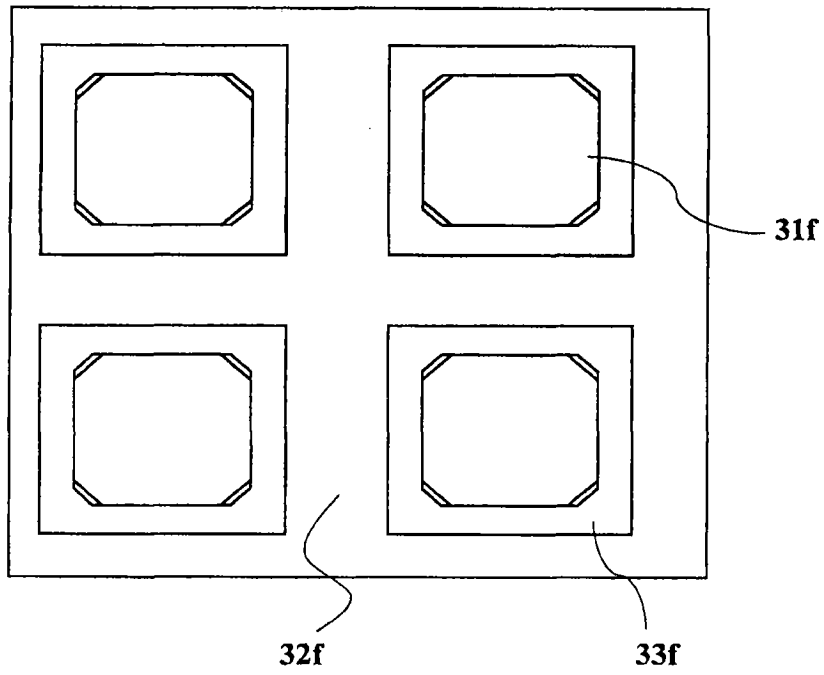


图 11A

3f

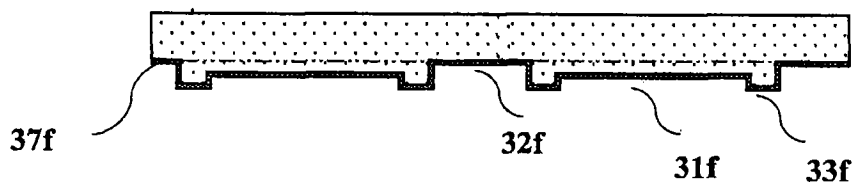


图 11B

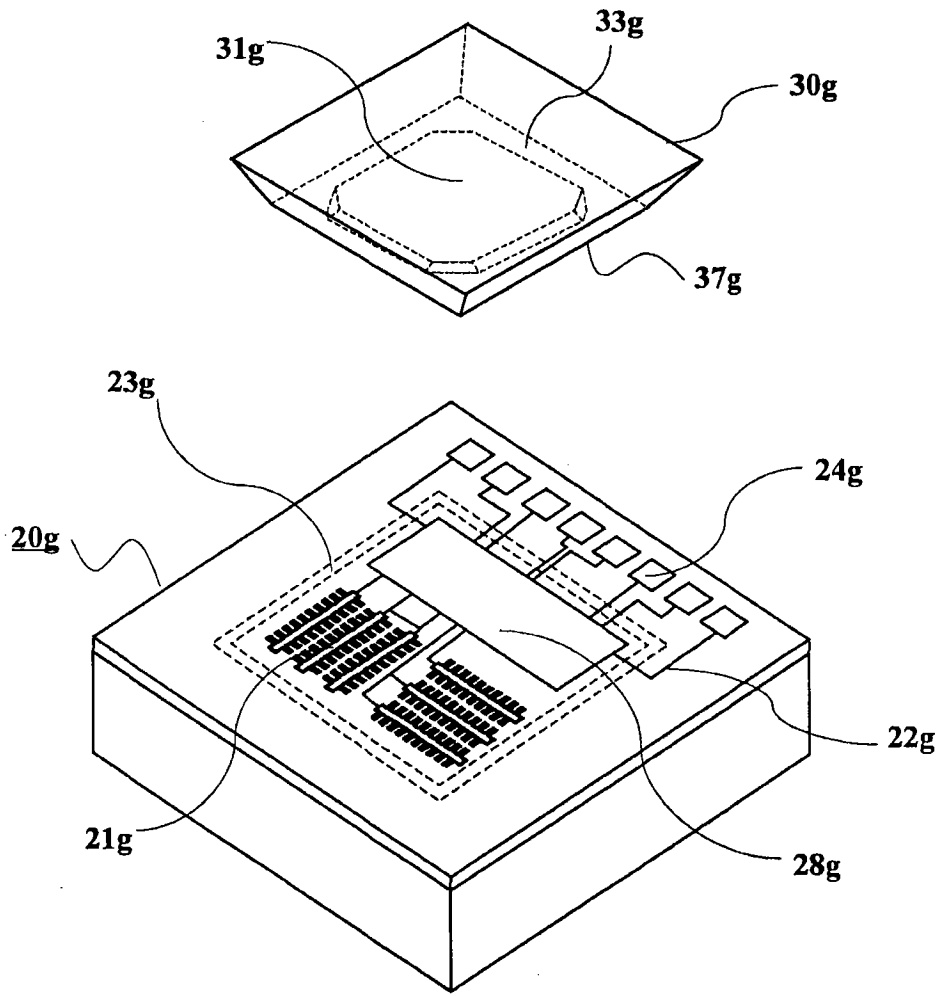


图 12

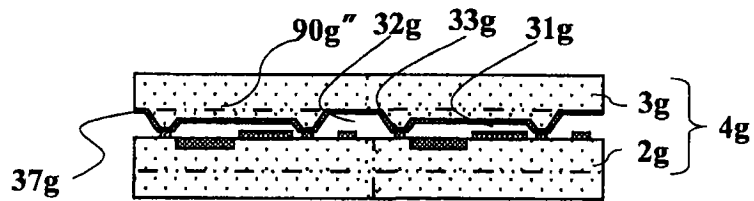


图 13A

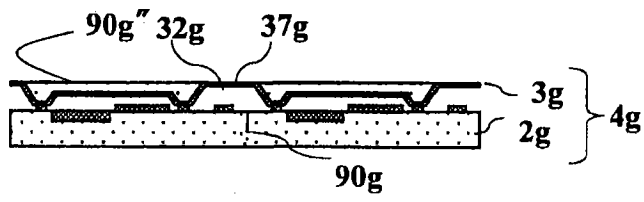


图 13B

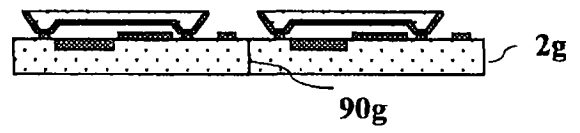


图 13C

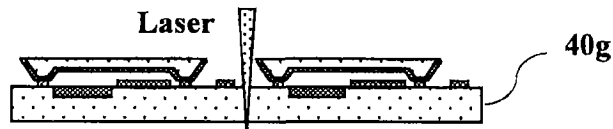


图 13D

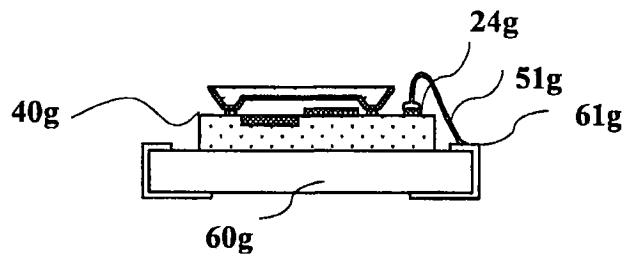


图 13E

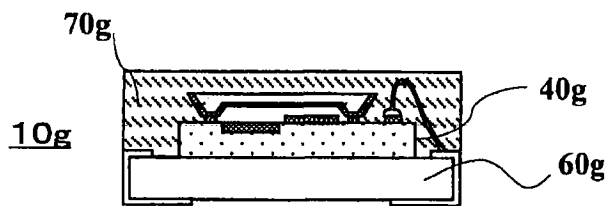


图 13F

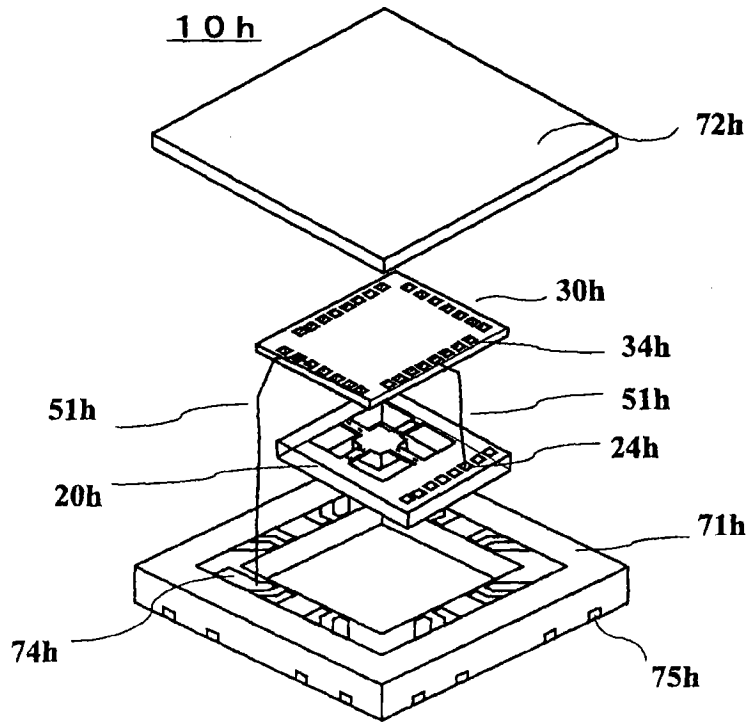


图 14A

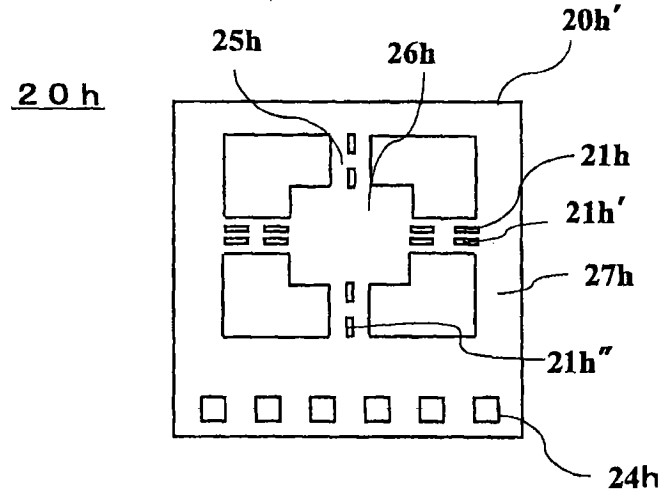


图 14B

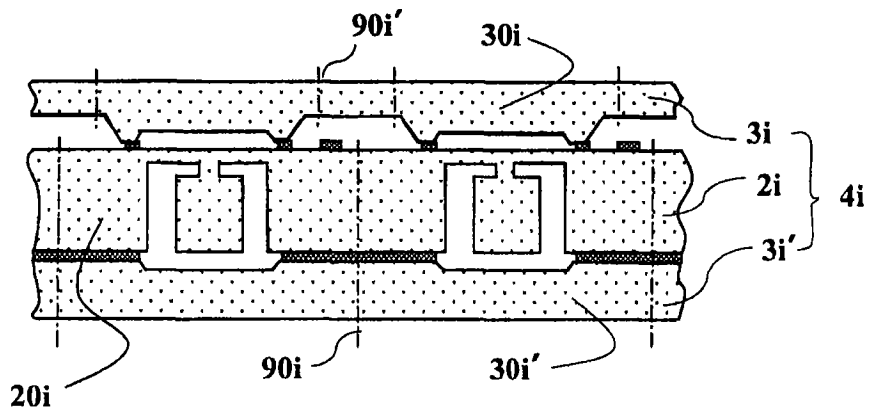


图 15A

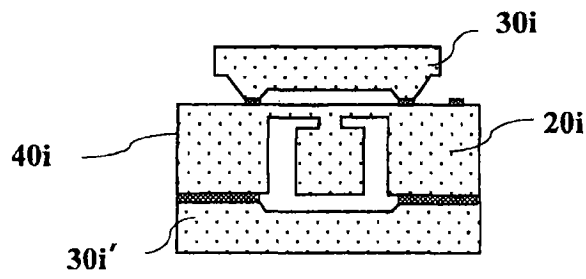


图 15B

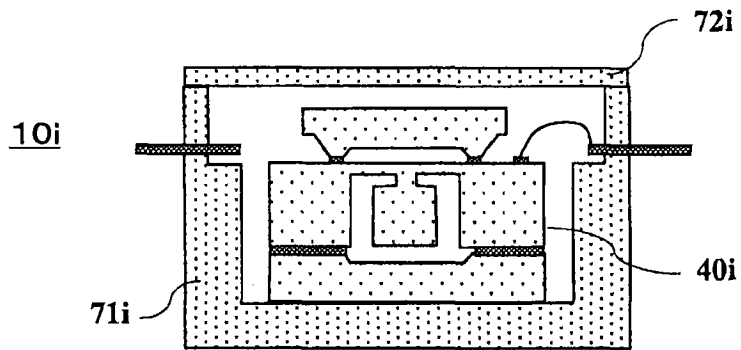


图 15C

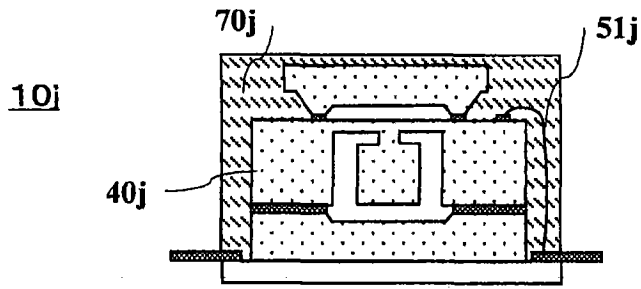


图 15D

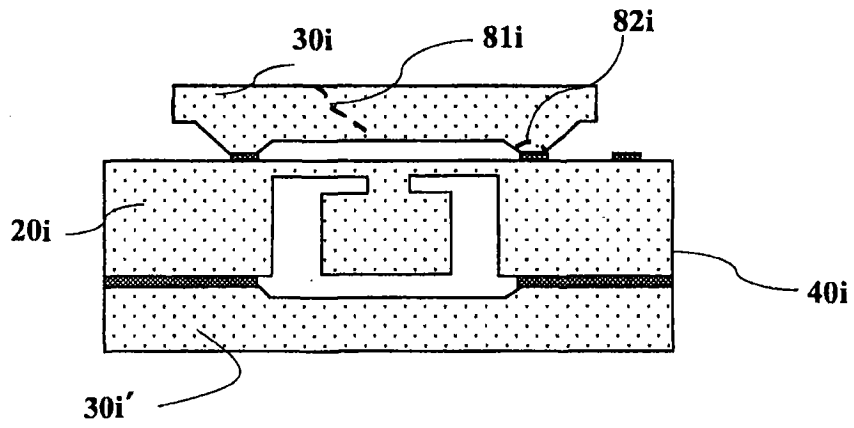


图 16A

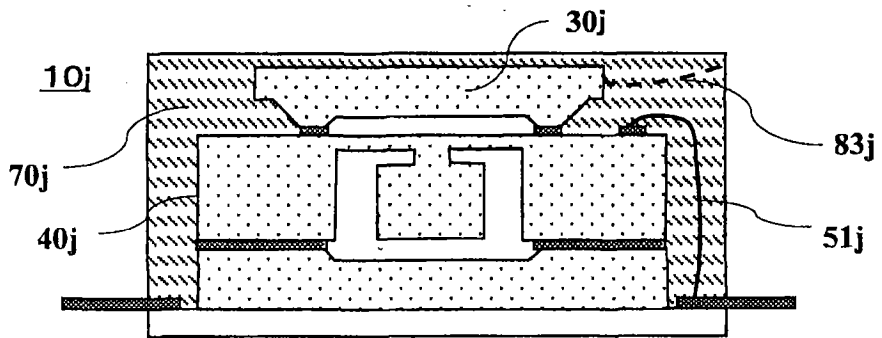


图 16B

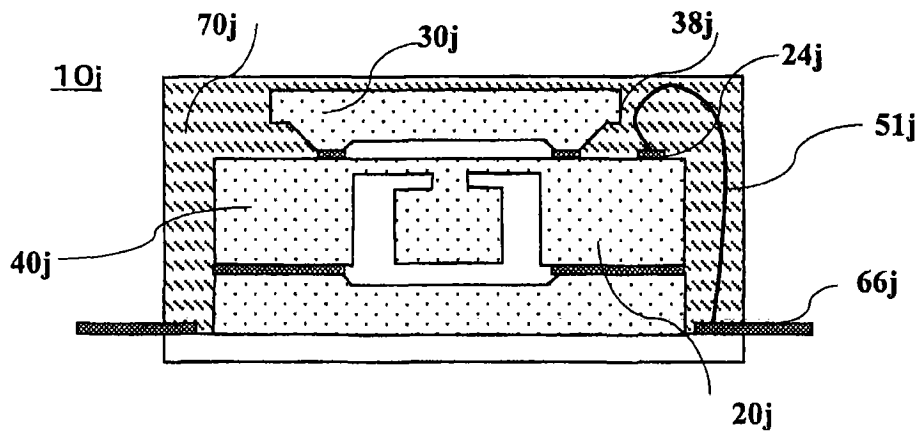


图 17