



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104157622 B

(45)授权公告日 2018.04.13

(21)申请号 201410203042.5

(22)申请日 2014.05.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104157622 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(30)优先权数据

102013104949.4 2013.05.14 DE

(73)专利权人 赛米控电子股份有限公司

地址 德国纽伦堡

(72)发明人 克里斯蒂安·约布尔

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 李楠 安翔

(51)Int.Cl.

H01L 23/42(2006.01)

H01L 25/07(2006.01)

H01L 23/48(2006.01)

H01L 23/16(2006.01)

H01L 23/40(2006.01)

(56)对比文件

US 2002173192 A1,2002.11.21,

CN 1316876 A,2001.10.10,

DE 102010062556 A1,2012.06.14,

R.Fisher,R.Fillion.High Frequency,
low-cost, power packaging using thin film
power overlay technology.《IEEE》.1995,

审查员 刘玮德

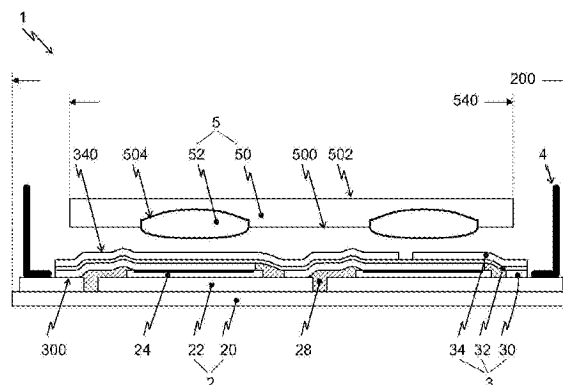
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

功率电子开关装置和具有该功率电子开关
装置的布置结构

(57)摘要

一种功率电子开关装置和具有该功率电子开关装置的布置结构,该开关装置具有基底、功率半导体结构元件、连接装置、负载联接装置和按压装置。基底具有电绝缘的导体轨迹,功率半导体结构元件布置在导体轨迹上。连接装置构造为具有导电薄膜和电绝缘薄膜的复合薄膜并且具有第一主面和第二主面。借助连接装置,开关装置在内部电路合理地连接。按压装置具有带有第一凹槽的按压体,按压元件从该第一凹槽中凸出地布置,按压元件压到复合薄膜的第二主面的区段上,该区段在沿功率半导体结构元件的法线方向的投影中布置在功率半导体结构元件的表面之内。开关装置能以多种多样的方式使用,并且作为基础单元确保与冷却装置的最优的热压连接。



1. 一种具有基底(2)、布置在该基底上的功率半导体结构元件(24、26)、连接装置(3)、负载联接装置(4)和按压装置(5)的功率电子开关装置(1),

其中,基底(2)具有彼此电绝缘的导体轨迹(22),并且功率半导体结构元件(24、26)布置在导体轨迹(22)上并与之材料锁合地连接,

其中,连接装置(3)构造为具有导电薄膜(30、34)和电绝缘薄膜(32)的复合薄膜并且因此构造出第一主面和第二主面(300、340),并且其中,开关装置借助连接装置(3)在内部电路合理地连接,

其中,按压装置(5)具有带第一凹槽(504)的按压体(50),按压元件(52)从所述第一凹槽凸出地布置,并且其中,按压元件(52)压到复合薄膜的第二主面(340)的区段(342、344)上,并且在此,所述区段在沿功率半导体结构元件(24、26)的法线方向的投影中布置在功率半导体结构元件(24、26)的表面(242、262)之内,其中,所述区段(342、344)的面积具有所述功率半导体结构元件(24、26)的表面(242、262)的至少20%。

2. 根据权利要求1所述的开关装置,其中,按压体(50)的第一凹槽(504)仅构造为从第一主面(500)出发的凹部,或者构造为从所述第一主面(500)出发的、具有穿过按压体(50)延伸到第二主面(502)的具有在那里构造出的开口(512)的留空部的凹部。

3. 根据权利要求2所述的开关装置,其中,按压元件(52)完全地填充按压体(50)的第一凹槽(504)。

4. 根据权利要求2或3所述的开关装置,其中,按压元件(52)从按压体的在其第二主面(502)上的留空部凸出。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的开关装置,其中,按压体(50)由耐高温的热塑性合成材料制成,并且按压元件(52)由硅橡胶制成。

6. 根据权利要求5所述的开关装置,其中,所述按压体(50)由聚苯硫醚制成,所述按压元件(52)由液态硅制成。

7. 根据权利要求2或3所述的开关装置,其中,按压体(50)在其第二主面(502)上具有第二凹槽(506),所述第二凹槽的底部形成辅助面(508),并且其中,在所述第二凹槽(506)中布置有平面状的金属体(510)。

8. 根据权利要求1至3中任一项所述的开关装置,其中,所述区段(342、344)的面积具有功率半导体结构元件(24、26)的表面(242、262)的至少50%。

9. 根据权利要求1至3中任一项所述的开关装置,其中,由连接装置(3)的导电薄膜(30)形成的第一导体轨迹区段与功率半导体结构元件(24、26)的接触面并且与基底(2)的导体轨迹(22)材料锁合地连接。

10. 根据权利要求9所述的开关装置,其中,由连接装置(3)的导电薄膜(30)形成的第一导体轨迹区段与功率半导体结构元件(24、26)的接触面并且与基底(2)的导体轨迹(22)材料借助压力烧结来连接。

11. 根据权利要求1至3中任一项所述的开关装置,其中,按压装置(5)的与基底平面平行在两个正交方向上的横向延展部(540)小于基底(2)的横向延展部(200)。

12. 根据权利要求1至3中任一项所述的开关装置,其中,按压体(50)的横向延展部(520)与竖向延展部(522)的比为2比1。

13. 根据权利要求1至3中任一项所述的开关装置,其中,按压体(50)的横向延展部

(520)与竖向延展部(522)的比为4比1。

14.根据权利要求1至3中任一项所述的开关装置,其中,基底(2)的上侧,包括其导体轨迹(22)、功率半导体结构元件(24)和连接装置(3)借助浇铸料(8)密封防潮地浇铸。

15.一种具有根据上述权利要求中任一项所述的功率电子开关装置(1)并且具有冷却装置(7)和压力导入装置(6)的布置结构(100),其中,压力导入装置(6)间接或直接地相对冷却装置(7)支撑,将压力居中地导入到按压装置(5)上,并且由此将开关装置(1)与冷却装置(7)力锁合地连接。

16.根据权利要求15所述的布置结构,其中,在基底(2)与冷却装置(7)之间布置有具有小于 $20\mu\text{m}$ 的厚度的导热膏(70)。

17.根据权利要求16所述的布置结构,其中,在基底(2)与冷却装置(7)之间布置有具有小于 $10\mu\text{m}$ 的厚度的导热膏(70)。

18.根据权利要求17所述的布置结构,其中,在基底(2)与冷却装置(7)之间布置有具有小于 $5\mu\text{m}$ 的厚度的导热膏(70)。

19.根据权利要求15所述的布置结构,其中,冷却装置(7)是功率半导体模块的底板或冷却体。

20.根据权利要求15所述的布置结构,其中,按压体(50)的横向延展部(520)与竖向延展部(522)的比为3比1。

21.根据权利要求15所述的布置结构,其中,按压体(50)的横向延展部(520)与竖向延展部(522)的比为5比1。

功率电子开关装置和具有该功率电子开关装置的布置结构

技术领域

[0001] 本发明描述了一种功率电子开关装置,其可以通过如下方式构造出功率半导体模块或功率电子系统的基础单元,即,其独自地或者与其他优选相同的基础单元组合地形成功率半导体模块或功率电子系统的功率电子基本组件。

背景技术

[0002] 由示例性地在DE10 2010 62 556 A1中公开的现有技术公知有形式为功率半导体模块的半导体电路布置,其中,壳体具有带按压体的按压元件,其中,按压体要么直接压到半导体结构元件的部分上,要么压到基底的区段上。由US7,808,100B2同样公知了借助冲头直接压到功率半导体结构元件上。这两个设计方案的缺点是,到借助焊线连接在内部电路合理地(schaltungsgerecht)连接的功率半导体结构元件上的直接按压由于在实际应用中有限的可供使用的表面仅可以非常挑剔地进行。因此,内部连接的载流能力减小,这是因为在按压点上不能建立起压焊连接。

[0003] DE 10 2007 006 706 A1同样配属于相关的现有技术,其描述具有基底、布置在基底上的导体轨迹(Leiterbahn)和布置在导体轨迹上的半导体结构元件的电路布置。内部连接装置构造为复合薄膜(Folienverbund),其将功率半导体结构元件与导体轨迹的接触面连接。在此,绝缘材料布置在半导体结构元件的边缘上。

[0004] 由DE 10 2006 006 425 A1示例性地公知了以如下方式构造功率半导体模块,即,构造为负载联接元件的按压装置分别利用多个接触管脚将压力施加到接触部位上,以便建立起基底与冷却装置之间的导热接触。但在此不利的是,尽管有多个施加压力的接触管脚,但仍然不能最优地构造热连接,这是因为产生废热的功率半导体结构元件的热联接仅间接地进行。

发明内容

[0005] 基于对上述情况的认识,本发明的任务是介绍一种功率电子开关装置和具有该功率电子开关装置的布置结构,其中,开关装置能以多种多样的方式使用,并且作为基础单元确保与冷却装置的最优的热压连接。

[0006] 根据本发明,该任务通过一种功率电子开关装置,以及通过一种具有功率电子开关装置的布置结构来解决。

[0007] 根据本发明的开关装置构造为功率电子开关装置,其具有基底、布置在基底上的功率半导体结构元件、连接装置、负载联接装置和按压装置,其中,基底具有彼此电绝缘的导体轨迹,并且功率半导体结构元件布置在导体轨迹上并与之材料锁合地(stoffschlüssig)连接,其中,连接装置构造为具有导电薄膜和电绝缘薄膜的复合薄膜并因此构造出第一主面和第二主面,并且其中,开关装置借助连接装置在内部电路合理地连接,其中,按压装置具有带第一凹槽的按压体,按压元件从该第一凹槽凸出地布置,并且其中,按压元件压到复合薄膜的第二主面的区段上,并且在此,该区段在沿功率半导体结构元件的法线方向

的投影中布置在功率半导体结构元件的表面之内。

[0008] 显然,功率半导体结构元件理解为至少一个功率半导体结构元件,其中,多个功率半导体结构元件可布置在一个或多个导体轨迹上。

[0009] 优选的是,按压体的凹槽仅构造为从第一主面出发的凹部,或者构造为从第一主面出发的、具有穿过按压体延伸到第二主面的带有布置在那里的开口的留空部的凹部。在此,按压元件可以完全地或近似完全地填充按压体的凹槽。替选地、同时地或额外地,按压元件可从按压体的在其第二主面上的留空部凸出。

[0010] 在特别优选的实施方案中,按压体可由耐高温的热塑性合成材料,尤其是聚苯硫醚制成,并且按压元件由硅橡胶,尤其是液态硅制成。

[0011] 为了构造出有效的按压装置,其用于功率半导体结构元件的负载不会导致功率半导体结构元件被破坏,特别有利的是,区段的面积具有功率半导体结构元件的表面的至少20%,尤其是至少50%。

[0012] 此外在基础单元的意义优选的是,按压装置的与基底平面平行在两个正交方向上的横向(lateral)延展部小于基底本身的横向延展部。

[0013] 为了构造出特别的保护以防受环境影响也可能需要的是,基底的上侧包括其导体轨迹、功率半导体结构元件和连接装置借助浇铸料密封防潮地浇铸。

[0014] 根据本发明,该布置结构构造有之前描述的功率电子开关装置、冷却装置和压力导入装置,其中,压力导入装置间接或直接地相对冷却装置支撑,将压力居中地导入到按压装置上,并且由此将开关装置与冷却装置力锁合地(kraftschlüssig)连接。在此,冷却装置尤其可以理解为底板或优选为冷却体。

[0015] 为了特别有效的压力导入,同样可以在基底,尤其是基底的在其上布置有功率半导体结构元件的部分与冷却装置之间布置有具有小于20 μm ,尤其是小于10 μm ,尤其是小于5 μm 的厚度的导热膏。

[0016] 特别优选的是,在布置冷却装置之前,按压元件的横向延展部与竖向延展部的比例为2比1,尤其是4比1,并且在该布置并伴有随之而来的压力加载之后,该比例为3比1,尤其是5比1。特别优选的是,在布置冷却装置之前,按压体的横向延展部与竖向延展部的比例为2比1,尤其是4比1,并且在该布置并伴有随之而来的压力加载之后,该比例为3比1,尤其是5比1。

[0017] 可理解的是,本发明不同的设计方案可以单个地或者以任意组合的方式来实现,以便实现改进。之前提到且阐述的特征尤其不仅可以在所说明的组合中使用,而且也可以在其他组合中使用或单独使用,而不会离开本发明的保护范围。

附图说明

[0018] 对本发明的其他阐述、有利的细节和特征由接下来对根据本发明的布置或其中部件的图1至图8所示的实施例的描述得出。

[0019] 图1示出根据本发明的功率电子开关装置的第一设计方案。

[0020] 图2示出根据本发明的具有该功率电子开关装置的布置结构的第一设计方案。

[0021] 图3示出功率电子开关装置的第二设计方案的按压装置。

[0022] 图4至图6示出按压装置的部分的不同的设计方案。

[0023] 图7示出功率电子开关装置在不同截面中的俯视图。

[0024] 图8示出根据本发明的功率电子开关装置的第二设计方案。

具体实施方式

[0025] 图1示出根据本发明的功率电子开关装置1的第一设计方案。示出了原则上本技术领域常见地构造的具有绝缘材料体20和布置在其上的分别彼此电绝缘的导体轨迹22的基底2,这些导体轨迹具有开关装置的不同的电势,尤其是负载电势,但也可以具有辅助电势,尤其是开关电势和测量电势。在此具体示出了三个具有对于半桥拓扑结构而言典型的负载电势的导体轨迹22。

[0026] 在两个导体轨迹22上分别布置有功率开关24,其本技术领域常见地构造为单个开关,示例性地构造为MOS-FET或具有在此示出的反并联功率二极管的IGBT。功率开关24是本技术领域常见的,优选借助烧结连接与导体轨迹22导电连接。

[0027] 开关装置1的内部连接借助由复合薄膜构成的连接装置3构造,该复合薄膜交替地具有导电薄膜30、34和电绝缘薄膜32。在此,复合薄膜正好具有两个导电薄膜和一个布置在它们之间的绝缘薄膜。复合薄膜3的面向基底2的表面在此构造出第一主面,而对置的表面则构造出第二主面340。连接装置3的导电薄膜30、34尤其是本身结构化的并且因此构造出彼此电绝缘的导体轨迹区段。这些导体轨迹区段尤其将相应的功率半导体结构元件24,更确切地说是其在背离基底2的侧上的接触面与基底的导体轨迹22连接。在优选的设计方案中,导体轨迹区段与接触面借助烧结连接材料锁合地连接。

[0028] 显然以相同的类型也可以构造出在功率半导体结构元件24之间以及在基底2的导体轨迹22之间的连接。尤其是在加压烧结连接的情况下有利的是,像示出的那样,将绝缘块28布置在功率半导体结构元件24的边缘区域上。该绝缘块28也可以布置在导体轨迹22的间隙中。

[0029] 为了电连接,功率电子开关装置1具有负载联接元件4和辅助联接元件,其中,在此仅示出了负载联接元件。负载联接元件4纯示例性地构造为金属成型体,其利用接触管脚与基底2的导体轨迹22材料锁合地连接,有利地同样借助烧结连接来连接。原则上,连接装置3的部分自身也可以构造为负载联接元件和辅助联接元件。在其余方面,辅助联接元件,例如门极接口和传感器接口可以用本技术领域常见的方式构造。

[0030] 按压装置5具有面向基底2的第一主面500和背离基底2的第二主面502,并且在此为了清晰起见与连接装置3相间隔地示出。按压装置5由一个按压体50和多个(示出为两个)按压元件52构成。按压体50特别坚硬地构造,以便能够将导入到按压体上的压力均匀地转递到按压元件52上。为此,在开关装置运行时的热负载的情况下,按压体50由耐高温的热塑性合成材料,尤其是聚苯硫醚制成。按压元件52必须在运行中并且在此尤其是在不同的温度下能够施加基本上恒定的压力。为此,按压元件52由硅橡胶,尤其是所谓的液态硅制成。

[0031] 按压装置5在两个正交的方向上与基底平面平行地具有的横向延展部540,其本身小于基底2的配属的横向延展部200。

[0032] 图2示出根据本发明的布置结构100的第一设计方案。布置结构100具有根据图1的第一功率电子开关装置1以及形成冷却装置7的冷却体和示意性地示出的压力导入装置6。

[0033] 压力导入装置6(未示出)相对冷却装置7支撑。这可以间接地示例性地通过压力导

入装置与紧固在冷却装置上的壳体之间的螺旋连接来实施。

[0034] 压力导入装置6在此居中地压到开关装置1的按压装置5上。按压装置5的按压体50将压力均匀分布到按压元件52上,这些按压元件本身压到连接装置3的第二主面340的区段342上。连接装置3的以压力加载的区段342根据本发明以如下方式选择,即,这些区段以及因此它们的延展面在配属的功率半导体结构元件24的法线方向上来看布置在功率半导体结构元件24的表面之内。因此,按压元件52借助连接装置3以如下方式压到功率半导体结构元件24上,即,使该功率半导体结构元件,更精确地说是位于其下方的基底2压到冷却体7上,并且因此最优地构造出功率半导体结构元件24与冷却体7的热接触。

[0035] 通过将压力导入到按压元件52上使按压元件发生变形,其中,在此其横向延展部342也可以增大。在未负载的状态下,也就是在没有导入的压力的状态下,参见图1,该按压体或按压元件52具有其横向延展部520与其竖向延展部522的4比1的比例(参见图4的规格)。在负载状态下,也就是以压力加载的状态下并且通过根据图2的按压体或按压元件52的由此导致的变形,该比例变为5比1。

[0036] 在基底2与冷却体7之间布置有导热膏70,其具有小于 $10\mu\text{m}$ 的厚度。在考虑到基底2的可能存在的局部弯曲的情况下,导热膏层70的这种很薄的设计方案尤其通过如下方式是可以实现的,即,将压力在法线方向上导入到功率半导体结构元件24上,并且因此功率半导体结构元件24具有与冷却体7的最优的热接触,而围绕的表面不具有与冷却体7的最优的热接触。

[0037] 在此,冷却装置示出为用于空气冷却的冷却体7,但同样可以构造为功率半导体模块的底板或者用于液体冷却的冷却体。

[0038] 图3示出功率电子开关装置的第二设计方案的按压装置5。按压装置5的按压体50额外地具有金属衬层510,其在此(并非对普遍性进行限制)布置在按压装置5的第二主面504上的第二凹槽506内。在此,第二凹槽506的底部构造出限制按压体50的辅助面508。

[0039] 图4至图6示出按压装置的部分(尤其是具有按压元件或在图6中具有两个按压元件的按压体的区段)的不同的设计方案。

[0040] 图4示出具有从第一主面500出发的第一凹槽504的按压体50,该第一凹槽不仅像在根据图1的按压装置中那样构造为凹部,而且还构造为具有在按压体50的第二主面502上的开口和留空部的凹部,其从第一主面500延伸到第二主面502。在此,像所有其他类型的留空部那样适用于此的是,分别从一维上来看其第一主面500上的净宽度至少相应于第二主面502上的净宽度的五倍,大多数情况下至少相应于十倍,即使这在示意图中不可见。

[0041] 第一主面500上的净宽度与按压元件52的横向延展部520相等,而按压元件52的竖向延展部522延伸直至第一凹槽504的底部514,但并没有伸入通向按压体50的第二主面502的开口512。

[0042] 按压元件52的横向延展部520在压力加载之后相应于连接元件3的与按压元件52接触的区段342的横向延展部,参见图2。

[0043] 按压元件52在此由所谓的液态硅,也公知为液体硅橡胶(LSR)构成,其具有20至70,优选30至40的肖氏A硬度。按压元件借助双组分注塑法(Zwei-Komponenten-Spritzgießverfahren)布置在由聚苯硫醚制成的按压体50内部。为此,液态硅可以通过按压体50的第二主面502的开口512置入。在按压装置5的设计方案中,按压体50的留空部没有完全以液态

硅填充,由此液态硅没有够到由按压装置5的第二主面502限定的平面处。

[0044] 图5示出根据图4的按压装置5的稍微修改的设计方案。在此,按压体50的留空部完全以液态硅填充。液态硅超过由按压装置5的第二主面502限定的平面,并且在那里凸出来。

[0045] 图6示出按压装置5的另一修改方案,其中,该修改方案类似于根据图3的设计方案具有金属芯510。此外,在此两个按压元件的,通常是多个按压元件的留空部在按压体50内部彼此连接,并且具有在此指向辅助面508的共同的开口512。在按压装置5的制造方法的框架内,液态硅通过开口512置入按压体50内。

[0046] 图7示出功率电子开关装置1在不同截面中的俯视图。根据图7a的截面示出两个功率半导体结构元件24、26,它们典型地,但未示出地布置在基底的共同的导体轨迹上。在此,它不失一般性地是具有居中的门极联接面和围绕该门极联接面的发射极联接面的晶体管26以及是具有阴极联接面的二极管24。

[0047] 图7b示出连接装置3的本身结构化的第一导电薄膜30。该第一导电薄膜构造出晶体管26的发射极联接面与二极管24的阴极联接面的导电连接。在此,晶体管26的门极联接面被留空。

[0048] 图7c示出连接装置3的本身结构化的第二导电薄膜34。该第二导电薄膜构形成与晶体管26的门极联接面的导电连接。

[0049] 图7d大概示出接触装置的配属于功率半导体结构元件24、26的接触元件的封装轮廓(Fußabdruck),其中,基于晶体管的正方形的基本形状,给晶体管仅配属一个接触元件,并且基于二极管的矩形的基本形状,给二极管配属两个接触元件。相应的封装轮廓相应于在连接装置3的第二主面304上的在法线方向上与功率半导体结构元件对齐地布置的区段342、344,并且在此投影到相应的功率半导体结构元件上。在此可以看到,封装面,也就是确定用于压力导入的表面覆盖功率半导体结构元件的表面的尽可能大的部分,而不会超过该表面。

[0050] 图8示出根据本发明的功率电子开关装置1的第二设计方案,其进一步改进根据图1的第一设计方案。在此,为了符合对保护以防受环境影响的要求,基底2的上侧(包括其导体轨迹22)、功率半导体结构元件24和连接装置3借助浇铸料8,例如环氧树脂密封防潮地浇铸。由此可达到IP 54或更高的保护类型(根据IEC 60529的国际保护标准)。在此有利地,联接元件,尤其是负载联接元件4的部分也一起浇铸。

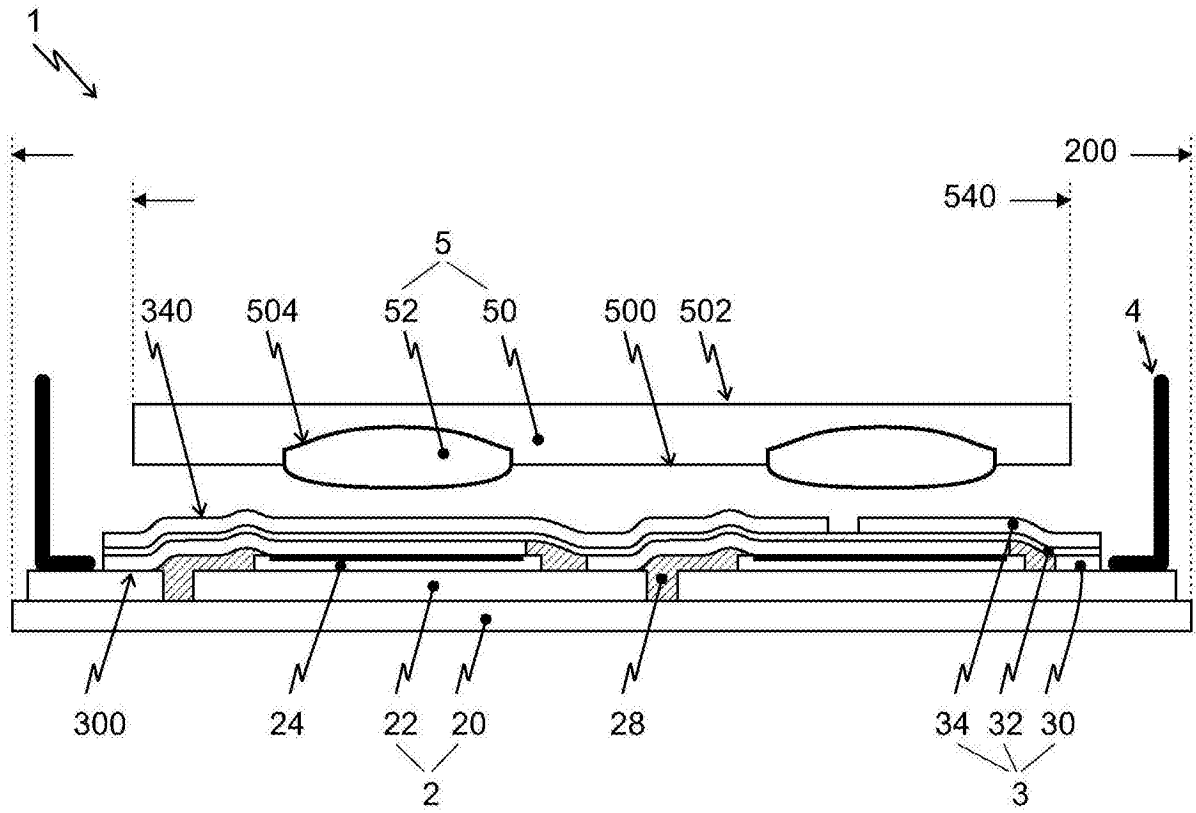


图1

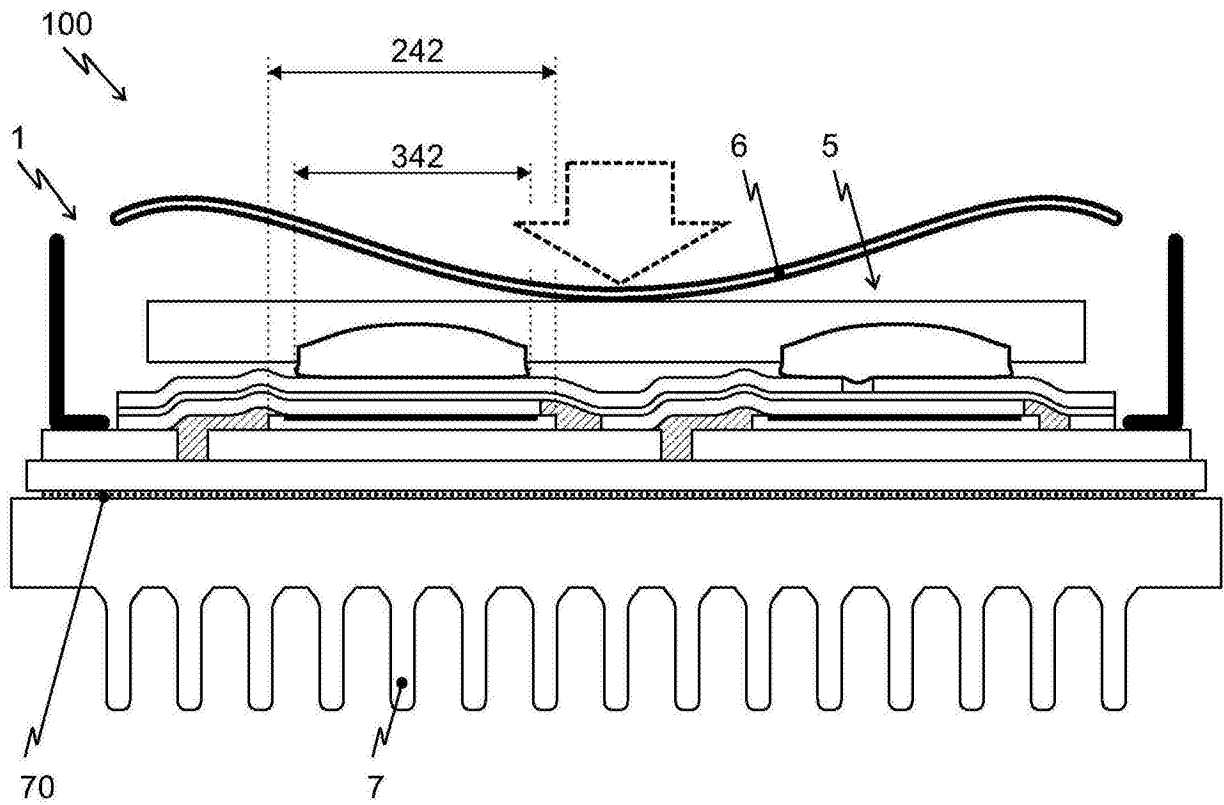


图2

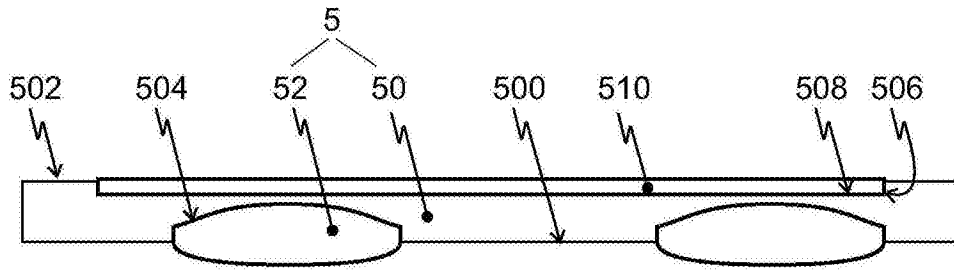


图3

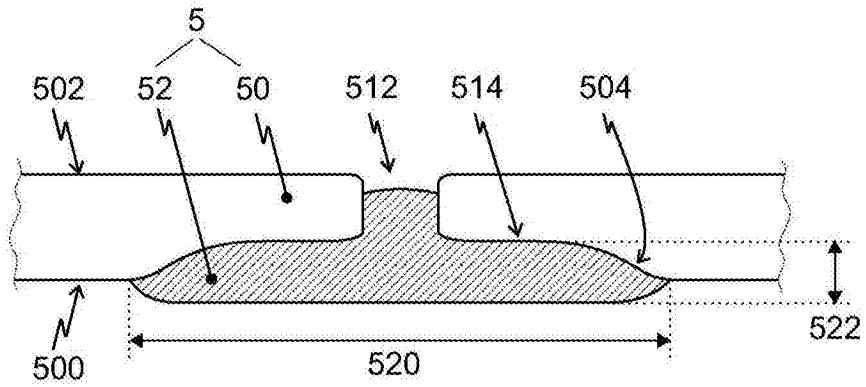


图4

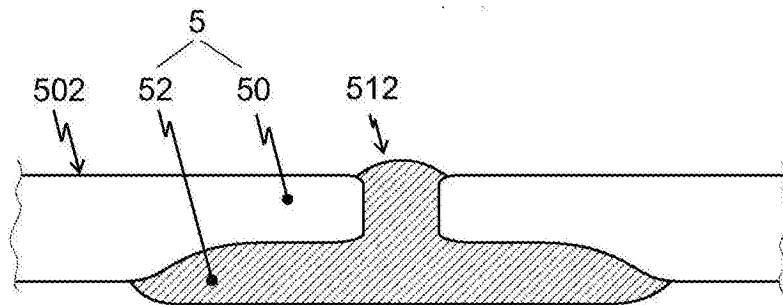


图5

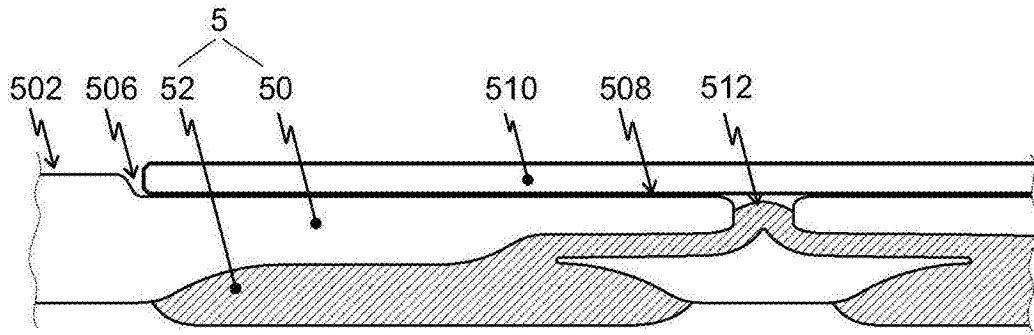


图6

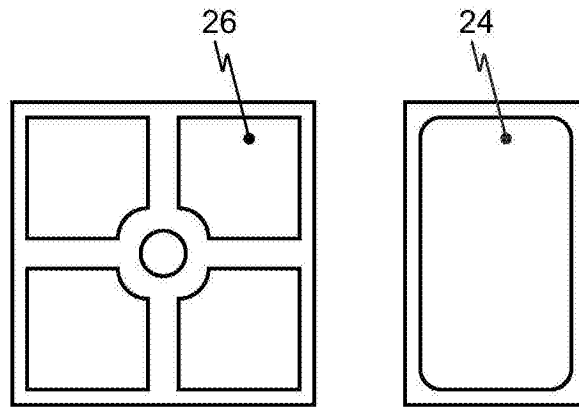


图7a

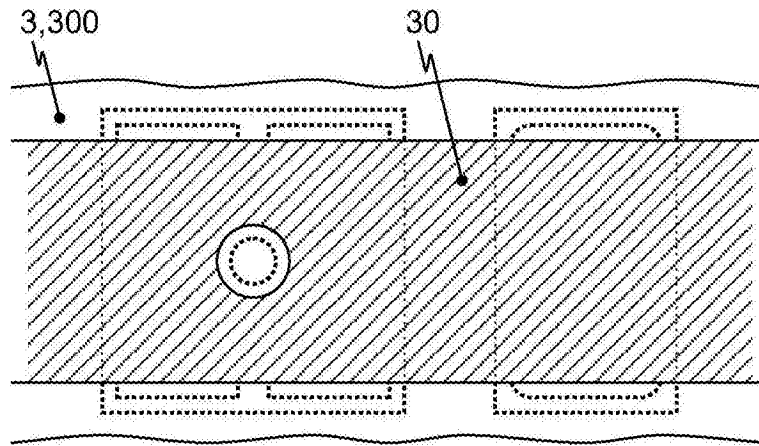


图7b

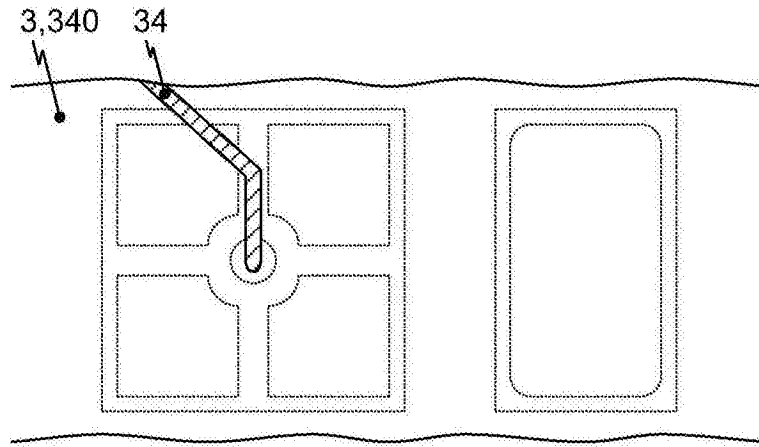


图7c

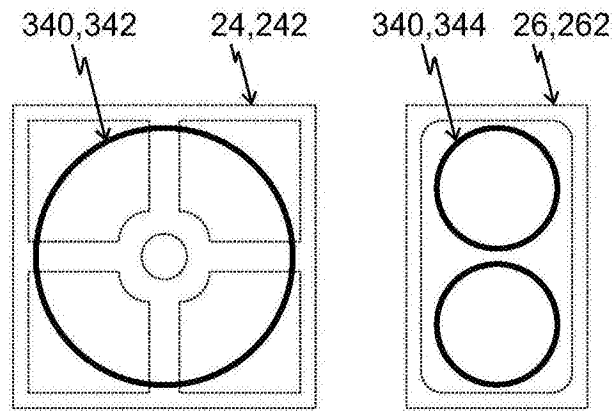


图7d

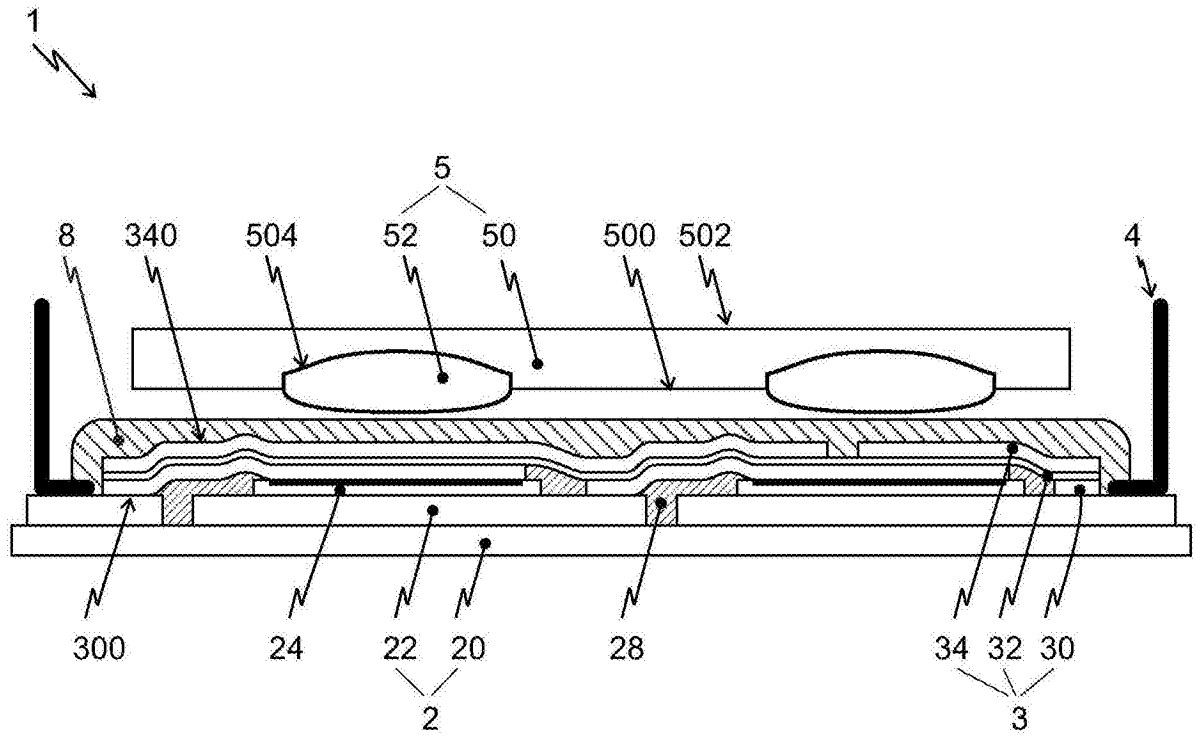


图8