(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108172617 A
(43)申请公布日 2018.06.15

(21)申请号 201711410556.8

(22)申请日 2017.12.23

(71)申请人 湖南大学
地址 410082 湖南省长沙市岳麓区麓山南路2号

(72)发明人 王俊 李锋 曾重

(74)专利代理机构 北京精金石专利代理事务所(普通合伙) 11470
代理人 李旦

(51)Int.Cl.
H01L 29/739(2006.01)
H01L 23/04(2006.01)
H01L 23/20(2006.01)
H01L 23/367(2006.01)
H01L 21/52(2006.01)
H01L 21/54(2006.01)

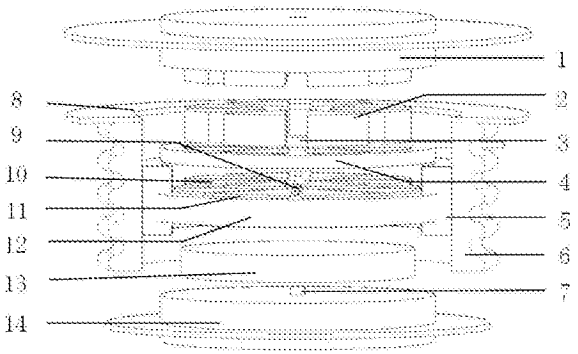
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构及制造方法

(57)摘要

发明公布了一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构及制造方法，其包括自上而下依次设置的发射极端盖、发射极钼片、栅极弹簧针组件、栅极金属、发射极钼片定位架、柔软导电金属薄片、发射极金属、IGBT芯片、集电极金属、集电极带定位孔钼片、集电极端盖等。采用此压接封装结构，故障扇区隔离方法简单，只需更换故障区扇形导电钼片为绝缘片，并将芯片表面栅极金属特定连接处切断；器件通过集电极端盖和发射极端盖进行双面散热；无金属键合线及焊接界面，消除传统器件键合点和焊接层疲劳失效的瓶颈，对热机械疲劳的抵抗力较强；器件内部采用对称结构设计，降低内部各扇形分区杂散电感，使杂散电感分布趋于一致，减小模块的寄生参数，提高器件的电气性能。



CN 108172617 A

1.一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其特征在于，封装结构包括自上而下依次设置的发射极端盖(1)、发射极钼片(2)、栅极弹簧针组件(3)、栅极金属(9)、发射极钼片定位架(4)、柔软导电金属薄片(10)、发射极金属(11)、IGBT芯片(12)、集电极金属(14)、集电极带定位孔钼片(13)、定位销(7)、集电极端盖(14)、胶圈(5)、金属裙边(8)和陶瓷管壳(6)；其中IGBT芯片(12)的顶面设置有发射极金属层和栅极金属层，底面设置有集电极金属层；IGBT芯片(12)顶面表层的发射极金属(11)与栅极金属(9)采用特殊的多点与面相连接的方式连接，且发射极金属(11)依次与柔软导电金属薄片(10)、发射极钼片(2)和发射极端盖(1)相连接，通过发射极钼片定位架(4)上的扇形通孔固定；栅极金属(9)和栅极弹簧针组件(3)相连，栅极弹簧针组件(3)穿过发射极钼片定位架(4)和陶瓷管壳(6)；IGBT芯片(12)底面表层的集电极金属(15)依次与集电极带定位孔钼片(13)和集电极端盖(14)相连接；IGBT芯片(12)、发射极钼片(2)、集电极带定位孔钼片(13)、栅极弹簧针组件(3)以及其上的连接的金属端盖等直接压力接触互联；器件内部采用对称结构设计，且整个模块通过冷压焊进行压接密封封装，并填充惰性气体。

2.根据权利要求1所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其特征在于，所述IGBT芯片(12)为圆形大尺寸芯片，且表面刻有扇形分区。

3.根据权利要求1所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其特征在于，所述结构内部填充的惰性气体为氮气。

4.根据权利要求1所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其特征在于，所述特殊的多点与面相连接的方式为：连接IGBT芯片(12)顶面表层的发射极金属(11)为均布的多个隔断的扇形结构并与多个条状结构的栅极金属(9)采用多点与面相连接的方式连接。

5.根据权利要求1所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其特征在于，所述发射极钼片(2)为多个独立的扇形钼片组成，发射极钼片(2)与发射极端盖(1)上的扇形突起等面积接触。

6.根据权利要求1所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其特征在于，发射极钼片定位架(4)上预留有用于固定放置发射极钼片(2)和柔软导电金属薄片(10)的扇形通孔，且通过扇形通孔将发射极端盖(1)固定。

7.根据权利要求1-6任意一项所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其特征在于，所述柔软导电金属薄片(10)为多个独立的扇形柔软导电金属薄片，并与发射极钼片和发射极金属等面积接触。

8.一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构的制造方法，其特征在于，采用权利要求1-6所述结构，其制作方式为：

第一步，制作封装所需的各部分零部件；

第二步，按结构特征要求进行叠放并封装：整个模块通过冷压焊进行压接密封封装，并填充氮气惰性气体；

第三步，形成最终产品并封装。

9.根据权利要求8所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构的制造方法，其特征在于，如果某一扇区经检测被判定为故障扇区，通过更换发射极钼片(2)上某个故障区扇形导电钼片为绝缘片实现故障扇区的隔离。

10.根据权利要求8所述的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构的制造方法，其特征

在于，在实现故障扇区的隔离时，需要将IGBT芯片(12)的表面栅极金属(9)与发射极金属(11)的连接处切断。

一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构及制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造领域，尤其涉及一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构及其制造方法。

背景技术

[0002] 绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor，简称IGBT)是一种结合了金属-氧化物-半导体场效应晶体管(MOSFET)和双极结型晶体管优点的电力电子器件，IGBT以其优异的性能得到了广泛的应用，极大地提升了电力电子装置和系统的性能。

[0003] 随着应用领域的不断扩展，对IGBT器件的性能要求也越来越高，且现有技术存在以下缺陷：1、一方面要求器件功率等级提高，以大功率电力机车牵引、电力输变电系统、新能源、国防重工等领域为代表，随着系统设计容量的提高，传统IGBT器件不能满足要求或者需要多只串并联应用，造成系统成本的增加并带来低可靠性等风险；2、另一方面鉴于系统运行安全性以及设计、维护成本的考虑，迫切需求IGBT器件可靠性寿命的提升。

[0004] 传统焊接灌封式IGBT器件由于散热、应力等设计因素以及焊接、引线键合等工艺条件的限制，功率等级不能大幅度提升；同时，存在引线脱落、焊层退化等由热-机械应力引起的失效瓶颈，逐渐不能满足柔性直流输电、大型海上风力发电等高功率密度等级、高可靠性应用的需求。大功率压接式IGBT器件无引线、无焊接层且具备双面散热的能力，单个器件的功率容量、可靠性大幅提升，目前已经有取代传统焊接灌封型IGBT器件的趋势，成为高端应用领域的首选器件之一。

[0005] 目前，商业化的压接式IGBT器件均采用多芯片压接型封装结构，具体可分为凸台式和弹簧式两种结构类型。前者以东芝、IXYS及中车(收购的Dynex)为代表，后者以ABB为代表。

[0006] 东芝、IXYS和中车(收购的Dynex)等均采用凸台式多芯片封装结构形式，三者技术路线类似。其中，东芝公司生产的注入增强型绝缘栅晶体管(IEGT)器件，提供多芯片压接封装(PPI封装)，器件内部所有的电气连接都通过压力实现；IXYS公司旗下的英国子公司Westcode采用的多芯片压接型IGBT模块(SPT+Press-Pack)，是在压接型晶闸管和GTO的基础上发展而来的，IGBT模块内部并联多个IGBT芯片和FRD芯片；中车公司(收购的Dynex)采用的多芯片压接封装结构形式与上述公司基本相同。此种压接型封装结构的模块内部多个IGBT芯片以阵列形式排列于同一平面上，内部设置多个芯片定位装置，通过上下两侧钼板将IGBT芯片从两侧均匀地压接。每个IGBT芯片的集电极和发射极在机械压力的作用下，通过钼板与压接型外壳相应铜电极接触。此种压接型封装结构对其内部并联的各芯片所受压力的一致性要求较高，压力的大小会直接影响各接触面之间的接触电阻和接触热阻。为保证所有芯片的压力一致，需要严格控制各子模块中的所有组装零件的厚度一致，由此带来的模块封装成本提高并降低了IGBT器件可靠性，一定程度上限制了传统多芯片压接型封装模块的使用。

[0007] ABB公司采用弹簧式封装技术(StakPak技术)。StakPak技术中各子模块芯片有各

自独立的接触探针和接触弹簧，利用弹簧来平衡器件的压力，内部每个芯片有独立的弹簧接触，使每个芯片表面的压力保持均匀。但是此封装形式容易出现弹簧疲劳、弹簧应力松弛、磨损和压力不均等，弹簧松弛会导致栅极探针和栅极表面接触不良，进而增加了接触电阻，提升了结温，加速器件失效，降低了IGBT器件可靠性。

发明内容

[0008] 本发明的目的是针对以上问题，提供一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构及制造方法，解决现有的IGBT压接封装结构需要对整个晶圆上的芯片进行切分，并检测挑选后单独注胶再进行封装，操作复杂，装配要求高，杂散参数影响明显的问题，有利于扩大单个器件功率等级。

[0009] 为实现以上目的，本发明采用的技术方案是：一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，封装结构包括自上而下依次设置的发射极端盖(1)、发射极钼片(2)、栅极弹簧针组件(3)、栅极金属(9)、发射极钼片定位架(4)、柔软导电金属薄片(10)、发射极金属(11)、IGBT芯片(12)、集电极金属(14)、集电极带定位孔钼片(13)、定位销(7)、集电极端盖(14)、胶圈(5)、金属裙边(8)和陶瓷管壳(6)；其中IGBT芯片(12)的顶面设置有发射极金属层和栅极金属层，底面设置有集电极金属层；IGBT芯片(12)顶面表层的发射极金属(11)与栅极金属(9)采用特殊的多点与面相连接的方式连接，且发射极金属(11)依次与柔软导电金属薄片(10)、发射极钼片(2)和发射极端盖(1)相连接，通过发射极钼片定位架(4)上的扇形通孔固定；栅极金属(9)和栅极弹簧针组件(3)相连，栅极弹簧针组件(3)穿过发射极钼片定位架(4)和陶瓷管壳(6)；IGBT芯片(12)底面表层的集电极金属(15)依次与集电极带定位孔钼片(13)和集电极端盖(14)相连接；IGBT芯片(12)、发射极钼片(2)、集电极带定位孔钼片(13)、栅极弹簧针组件(3)以及其上的连接的金属端盖等直接压力接触互联；器件内部采用对称结构设计，且整个模块通过冷压焊进行压接密封封装，并填充惰性气体。

[0010] 进一步的，所述IGBT芯片(12)为圆形大尺寸芯片，且表面刻有扇形分区。

[0011] 进一步的，所述结构内部填充的惰性气体为氮气。

[0012] 进一步的，所述特殊的多点与面相连接的方式为：连接IGBT芯片(12)顶面表层的发射极金属(11)为均布的多个隔断的扇形结构并与多个条状结构的栅极金属(9)采用多点与面相连接的方式连接。

[0013] 进一步的，所述发射极钼片(2)为多个独立的扇形钼片组成，发射极钼片(2)与发射极端盖(1)上的扇形突起等面积接触。

[0014] 进一步的，发射极钼片定位架(4)上预留有用于固定放置发射极钼片(2)和柔软导电金属薄片(10)的扇形通孔，且通过扇形通孔将发射极端盖(1)固定。

[0015] 进一步的，所述柔软导电金属薄片(10)为多个独立的扇形柔软导电金属薄片，并与发射极钼片和发射极金属等面积接触。

[0016] 本发明采用的制造方法：一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构的制造方法，采用上述压接封装结构，其制作方式为：

第一步，制作封装所需的各部分零部件；

第二步，按结构特征要求进行叠放并封装：整个模块通过冷压焊进行压接密封封装，并填充氮气惰性气体；

第三步，形成最终产品并封装。

[0017] 进一步的，如果某一扇区经检测被判定为故障扇区，通过更换发射极钼片(2)上某个故障区扇形导电钼片为绝缘片实现故障扇区的隔离。

[0018] 进一步的，在实现故障扇区的隔离时，需要将IGBT芯片(12)的表面栅极金属(9)与发射极金属(11)的连接处切断。

[0019] 本发明的有益效果：本发明提供了一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构及制造方法，解决现有的IGBT压接封装结构需要对整个晶圆上的芯片进行切分，并检测挑选后单独注胶再进行封装，操作复杂，装配要求高，杂散参数影响明显的问题，有利于扩大单个器件功率等级。

[0020] 1、采用本发明圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，故障扇区隔离方法操作简单，只需更换相应故障区导电钼片为绝缘片，并将IGBT芯片表面栅极金属和发射极金属特定连接处切断。

[0021] 2、大功率压接封装器件内部采用对称结构设计，与其他压接封装器件相比，此设计结构降低内部各扇形分区杂散电感分布，使杂散电感分布趋于一致，减小模块的寄生参数。

[0022] 3、大功率压接封装器件的集电极金属和发射极金属通过对应的各极钼片与相应金属端盖连接；既实现了电气连接又实现双面散热，拥有远优于常规焊接灌封器件的传热能力。

[0023] 4、由于器件内部各组件通过压力直接连接，无引线键合和焊接层，消除了传统器件键合点和焊接层因疲劳失效的瓶颈，对热机械疲劳的抵抗力较强，大大提高了模块在苛刻应用环境下的长期可靠性。

附图说明

[0024] 图1为本发明一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构半剖俯视图。

[0025] 图2为本发明一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构半剖仰视图。

[0026] 图3为本发明发射极金属和栅极金属连接形式全景图。

[0027] 图4为本发明发射极金属和栅极金属连接形式局部图。

[0028] 图5为本发明发射极端盖与发射极钼片连接示意图。

[0029] 图6为本发明发射极端盖、发射极钼片、发射极钼片定位架、柔软导电金属和IGBT芯片连接示意图。

[0030] 图7为本发明栅极弹簧针组件、栅极金属、IGBT芯片和陶瓷管壳连接示意图。

[0031] 图8为本发明IGBT芯片、集电极钼片和集电极端盖连接示意图。

[0032] 图中所述文字标注表示为：1、发射极端盖；2、发射极钼片；3、栅极弹簧针组件；4、发射极钼片定位架；5、胶圈；6、陶瓷管壳；7、定位销；8、金属裙边；9、栅极金属；10、柔软导电金属薄片；11、发射极金属；12、IGBT芯片；13、集电极带定位孔钼片；14、集电极端盖；15、集电极金属。

具体实施方式

[0033] 为了使本领域技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图对本发明进

行详细描述，本部分的描述仅是示范性和解释性，不应对本发明的保护范围有任何的限制作用。

[0034] 如图1和图2所示，本实施例提供的一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构，其包括自上而下依次设置的发射极端盖1、发射极钼片2、栅极弹簧针组件3、栅极金属9、发射极钼片定位架4、柔软导电金属薄片10、发射极金属11、IGBT芯片12、集电极金属14、集电极带定位孔钼片13、定位销7、集电极端盖14、胶圈5、金属裙边8和陶瓷管壳6。

[0035] 其中IGBT芯片12的顶面设置有发射极金属层和栅极金属层，底面设置有集电极金属层；IGBT芯片12顶面表层的发射极金属11与栅极金属9采用特殊的多点与面相连接的方式连接，且发射极金属11依次与柔软导电金属薄片10、发射极钼片2和发射极端盖1相连接，通过发射极钼片定位架4上的扇形通孔固定；栅极金属9和栅极弹簧针组件3相连，栅极弹簧针组件3穿过发射极钼片定位架4和陶瓷管壳6；IGBT芯片12底面表层的集电极金属15依次与集电极带定位孔钼片13和集电极端盖14相连接；IGBT芯片12、发射极钼片2、集电极带定位孔钼片13、栅极弹簧针组件3以及其上的连接的金属端盖等直接压力接触互联；器件内部采用对称结构设计，且整个模块通过冷压焊进行压接密封封装，并填充惰性气体。

[0036] 优选的，所述IGBT芯片12为圆形大尺寸芯片，且表面刻有扇形分区。

[0037] 优选的，所述结构内部填充的惰性气体为氮气。

[0038] 优选的，所述特殊的多点与面相连接的方式为：连接IGBT芯片12顶面表层的发射极金属11为均布的多个隔断的扇形结构并与多个条状结构的栅极金属9采用多点与面相连接的方式连接。

[0039] 优选的，发射极钼片定位架4上预留有用于固定放置发射极钼片2和柔软导电金属薄片10的扇形通孔，且通过扇形通孔将发射极端盖1固定。

[0040] 优选的，所述柔软导电金属薄片10为多个独立的扇形柔软导电金属薄片，并与发射极扇形钼片2和发射极金属11等面积接触。且柔软导电金属片较佳情况下为银箔。

[0041] 如图5所示，发射极扇形钼片2为多个独立的扇形钼片组成，发射极端盖1上有与发射极钼片2等面积的扇形突起，以避免在压力作用下因产生的剪切力对发射极端盖1造成损伤；并通过发射极钼片定位架4上的扇形通孔固定扇形结构的发射极钼片2和发射极端盖1，以防止相连接部分相对位移。

[0042] 并且，如果某一扇区经检测被判定为故障扇区，通过更换发射极钼片2上某个故障区扇形导电钼片为绝缘片实现故障扇区的隔离。

[0043] 如图3和图4所示，IGBT芯片12顶面设置有发射极金属层和栅极金属层，发射极金属11和栅极金属9采用特殊连接形式。其中，如图6所示，发射极金属11依次与柔软导电金属薄片10、发射极钼片2和发射极端盖1相连接，并通过发射极钼片定位架4的扇形通孔将各部分固定，发射极金属11和发射极钼片2之间的柔软导电金属薄片10起到缓冲压力和导电作用。

[0044] 如图7所示，栅极金属9和栅极弹簧针组件3相连，栅极弹簧针组件3穿过发射极钼片定位架4和陶瓷管壳6，引线穿过陶瓷管壳6时采用密封设计，栅极弹簧针组件3与栅极金属9通过直接压力接触互联；当IGBT芯片12某一扇区经检测被判定为故障扇区，还可以将芯片表面栅极金属9和发射极金属11特定连接处切断。

[0045] 如图8所示，IGBT芯片12底面设置有集电极金属层，集电极金属15与集电极带定位

孔钼片13通过直接压力接触互联，集电极带定位孔钼片13底部有一定位孔，通过定位销7与集电极端盖14相连接，防止集电极钼片相对位移。

[0046] 封装结构内部的IGBT芯片、钼片、金属端盖以及栅极弹簧针等直接压力接触互联，这就要求器件内部各组件厚度均匀，各接触面光滑，严格控制接触面平整度、粗糙度和平行度，压接封装时每个接触面充分接触和均匀受力。

[0047] 顶部发射极端盖1、底部集电极端盖14均设置有安装通孔，两者的安装通孔垂直对准，便于压接封装IGBT模块的固定和散热装置的安装。顶部发射极端盖1和底部集电极端盖14具有足够的厚度和机械强度，满足顶部金属板上表面和底部金属板下表面作为模块机械安装面的需求。同时两个机械安装面又作为模块的导热界面，可以通过集电极端盖14和发射极端盖1进行双面散热。

[0048] 器件内部采用对称结构设计，且整个模块通过冷压焊进行压接密封封装，并填充氮气等惰性气体保护管壳内部器件，保证内部电气绝缘性能。

[0049] 一种圆形大尺寸IGBT芯片压接封装结构的制造方法，采用上述压接封装结构，其制作方式为：

第一步，制作封装所需的各部分零部件；

第二步，按结构特征要求进行叠放并封装：整个模块通过冷压焊进行压接密封封装，并填充氮气惰性气体；

第三步，形成最终产品并封装。

[0050] 优选的，如果某一扇区经检测被判定为故障扇区，通过更换发射极钼片2上某个故障区扇形导电钼片为绝缘片实现故障扇区的隔离。

[0051] 优选的，在实现故障扇区的隔离时，需要将IGBT芯片12的表面栅极金属9与发射极金属11的连接处切断。

[0052] 采用此压接封装结构，故障扇区隔离方法简单，只需更换相应故障区导电钼片为绝缘片，并将芯片表面栅极金属特定连接处切断；器件通过集电极端盖14和发射极端盖1进行双面散热；无金属键合线及其焊接界面，消除了传统器件键合点和焊接层疲劳失效的瓶颈，对热机械疲劳的抵抗力较强；器件内部采用对称结构设计，降低内部各扇形分区杂散电感分布，使杂散电感分布趋于一致，减小模块的寄生参数，提高器件的电气性能。

[0053] 需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。

[0054] 在本发明的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可视具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0055] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，由于文字表达的有限性，而客观上存在无限的具体结构，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，还可以做出若干改进、润饰或变化，也可以将

上述技术特征以适当的方式进行组合;这些改进润饰、变化或组合,或未经改进将发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均应视为本发明的保护范围。

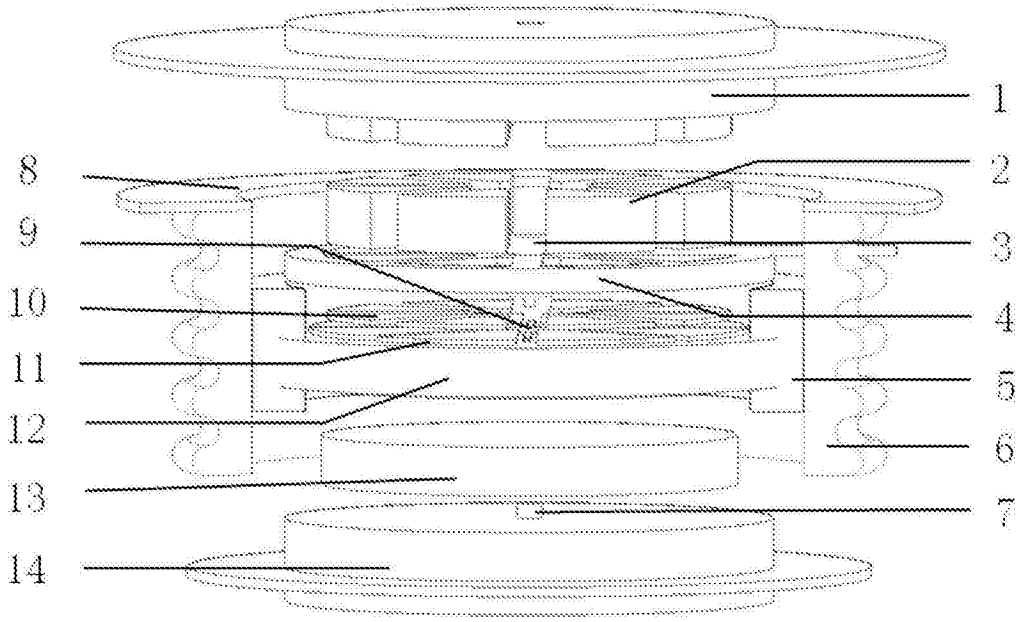


图1

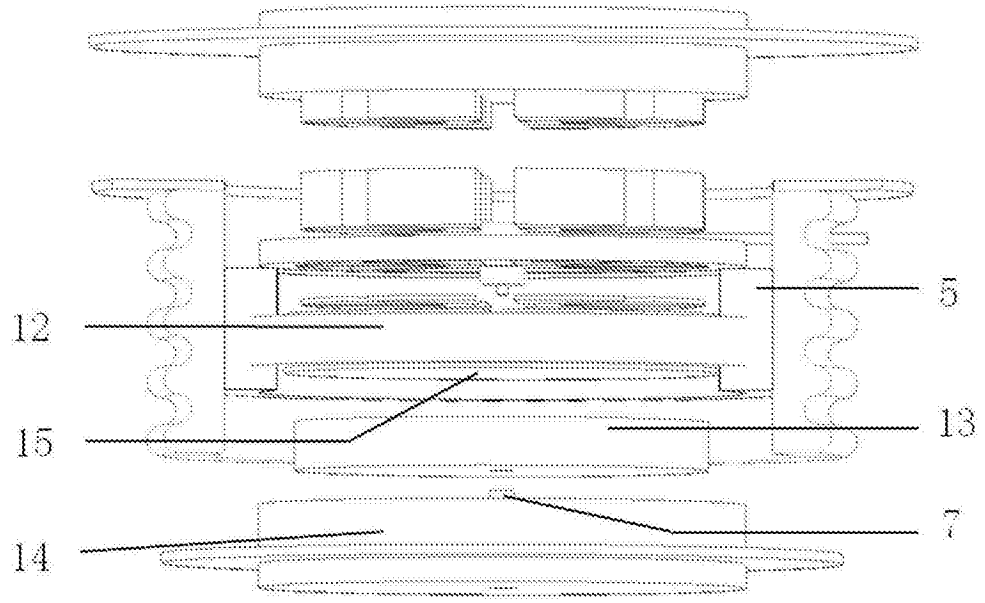


图2

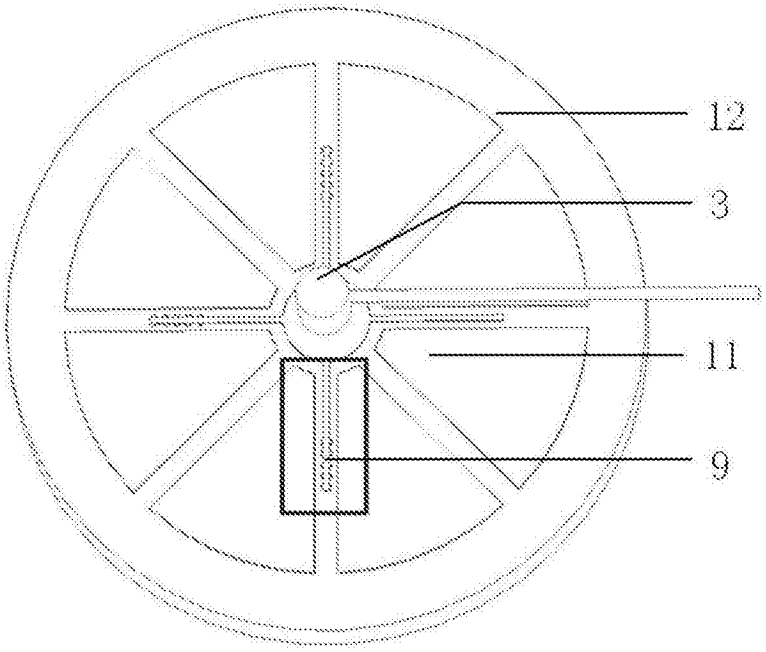


图3

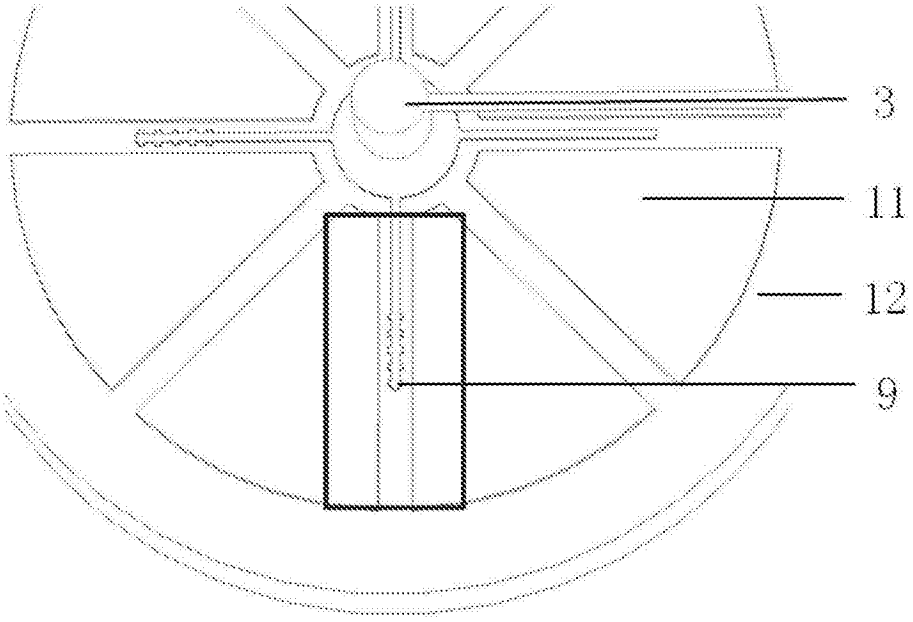


图4

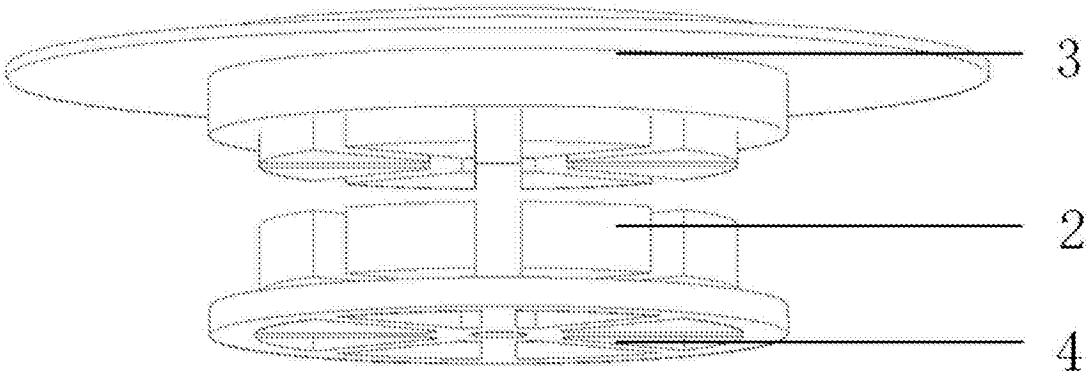


图5

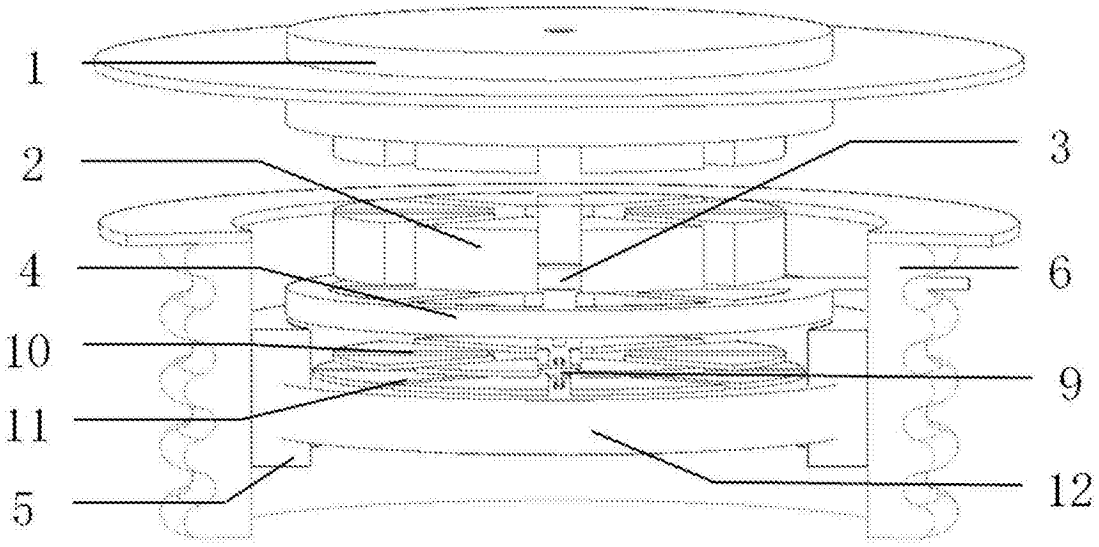


图6

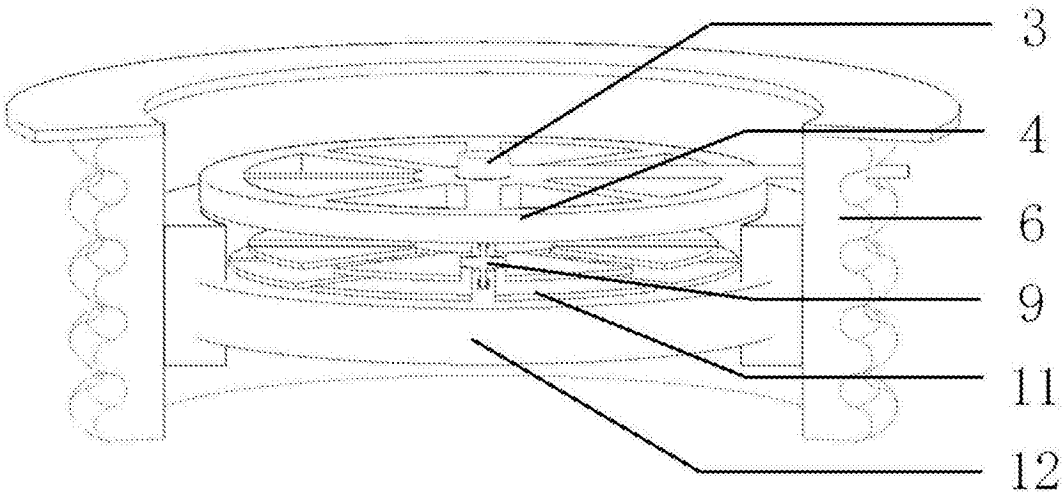


图7

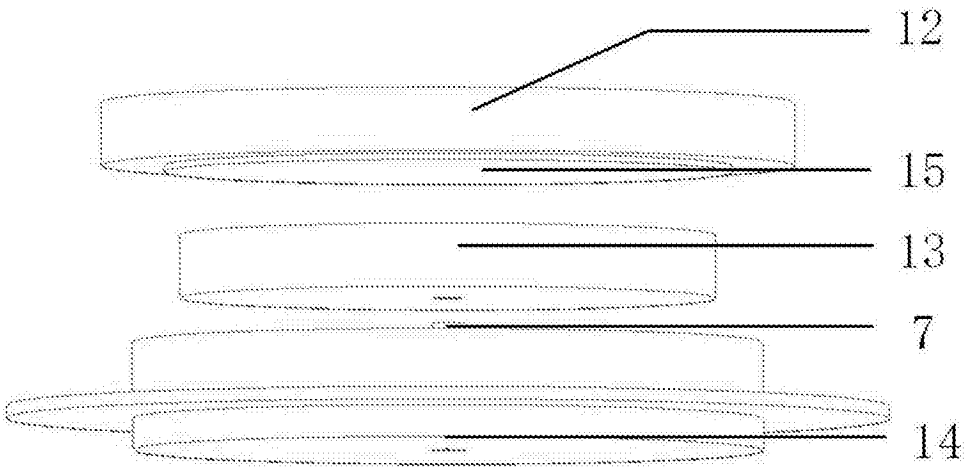


图8