



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105473314 B

(45)授权公告日 2018.01.12

(21)申请号 201480046694.0

(22)申请日 2014.08.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105473314 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据  
102013216863.2 2013.08.23 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2016.02.23

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2014/067874 2014.08.22

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02015/025027 DE 2015.02.26

(73)专利权人 蒂森克虏伯碳素零件有限公司  
地址 德国凯瑟尔斯多

(72)发明人 山德罗·梅克 延斯·维尔纳

安德烈·巴尔奇  
米夏埃尔·德雷斯勒  
克里斯蒂安·克勒

(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 杨靖 车文

(51)Int.Cl.  
B29C 70/48(2006.01)  
B29C 70/54(2006.01)  
B29C 45/14(2006.01)  
B29C 33/44(2006.01)

(56)对比文件  
DE 102011083688 A1,2013.04.04,  
CN 102939194 A,2013.02.20,  
JP 昭58-51127 A,1983.03.25,  
FR 2932716 B1,2009.12.25,

审查员 赵翀

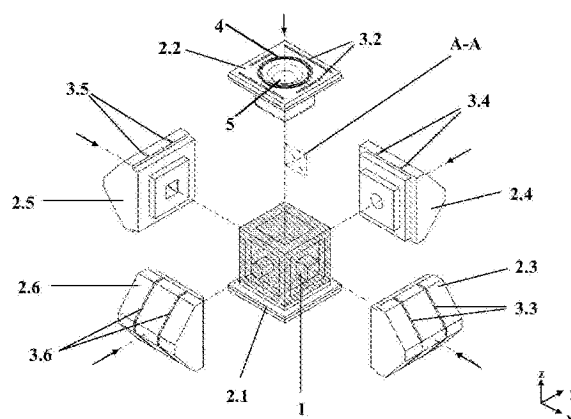
权利要求书1页 说明书6页 附图10页

(54)发明名称

用于根据RTM法制造构件的方法和工具系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于“树脂传递模塑”过程的工具系统,其中,待制造的工件(1)的空腔由多件式的成形工具(2)完全包围,并且成形工具(2)由靠外的、至少两件式的包覆工具(7、8)密封地包围。此外还提出了一种用于利用工具系统固化纤维复合构件的方法。用于制造纤维复合构件的方法基于RTM过程来说明,其中,成形工具(2)和包绕的包覆工具(7、8)之间的中间空间在注入树脂期间填充以树脂,树脂在硬化后首先作为树脂体保留在成形工具(2)上,在工件(1)脱模时,优选在预定断开部位处被损毁并因此支持工件(1)从成形工具(2)中脱模。



1. 用于“树脂传递模塑”过程(RTM过程)的工具系统,其具有多件式的成形工具(2)和包覆工具(7、8),其中,待制造的工件的空腔由所述成形工具(2)完全包围并且所述成形工具(2)能置入到至少两件式的包覆工具(7、8)中,其中,所述包覆工具(7、8)在闭合状态下形成压力密封的处理室,并且所述成形工具(2)在外侧并且/或者所述包覆工具(7、8)在内部具有间距保持件(3)。

2. 按照权利要求1所述的工具系统,其特征在于,所述成形工具(2)是一种滑动工具。

3. 按照权利要求1所述的工具系统,其特征在于,所述成形工具(2)在外部并且所述包覆工具(7、8)在内部具有相对应的倾斜面,通过所述倾斜面使得所述包覆工具(7、8)的闭合力用作所述成形工具(2)的闭合力。

4. 按照权利要求1所述的工具系统,其特征在于,所述间距保持件(3)具有0.05mm至3mm的高度。

5. 按照权利要求1所述的工具系统,其特征在于,所述工具系统具有注入口(5),并且通向所述注入口(5)的输送管路侧向地从其中一个包覆工具部件(7、8)引出。

6. 按照权利要求1所述的工具系统,其特征在于,所述成形工具(2)具有用于负荷承受机构的止挡面(6)。

7. 按照上述权利要求中任一项所述的工具系统,其特征在于,所述包覆工具(7、8)和所述成形工具(2)具有密封件(4、9),并且下包覆工具和上包覆工具因此形成压力密封的处理室。

8. 用于利用按照上述权利要求中任一项所述的工具系统来加固纤维复合构件的方法,其特征在于以下方法步骤:

a) 将纤维结构引入成形工具(2)的空腔中并至少部分地闭合所述成形工具(2),

b) 将所述成形工具(2)输送到包覆工具(7、8)中,由此完全地闭合所述成形工具(2)并闭合所述包覆工具(7、8),

c) 将基质材料(13)注入所述包覆工具(7、8)的或所述成形工具(2)的空腔中并加固所述纤维复合构件,

d) 打开所述包覆工具(7、8)并取出所述成形工具(2),

e) 打开所述成形工具(2)并取出所述纤维复合构件。

9. 按照权利要求8所述的方法,其特征在于,在执行步骤c)之前将所述包覆工具(7、8)的空腔抽真空。

## 用于根据RTM法制造构件的方法和工具系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于根据RTM法制造构件的方法和工具系统。

### 背景技术

[0002] 通过树脂传递模塑 (RTM) 法能够制造出复杂地成形的纤维复合材料部件。在这里存在两种方法方案。在第一种变型方案中,将热固性的基质材料快速地施布到位于打开的工具模具中的纤维预成形件的表面上并随后闭合工具模具并且纤维预成形件基于由液压机的闭合力所产生的工具内部压力同时被压缩和加固。在第二种变型方案中,热固性的基质材料以极高的注射压力引入闭合的、在其中存在有纤维预成形件的工具模具中。高的注射压力导致在确保纤维强化结构完全浸渍的情况下在时间上缩短加固过程。

[0003] 针对两种上述的方法方案通常使用层压压机。压机由压机下部和压机上部构成,它们在闭合的状态下形成用于构件的压力密封的处理室。挤压机下部和/或挤压机上部相对于相应另外的挤压机部件是可轴向运动的,以便打开和闭合层压压机。此外还可以整合有用于抽真空和/或用于加载压力的元件。

[0004] DE 10 2005 008 479 B4的主题是一种工具系统,其中,工具部件具有盆状的框架结构,用于制造构件的原材料引入到框架结构中。盖子安置到盆内,从而使得用于制造构件的原材料被封闭在盆和盖子之间,并且利用密封件将这两个部件相互密封。在这里,盖子通过沉边安置到盆中。不利的是,利用该文献中介绍的工具不能制造出侧切的轮廓,这是因为工具的脱模总是必须相对于密封面轴向地进行。

### 发明内容

[0005] 本发明的任务在于克服现有技术的缺点,并且提供一种工具系统和一种方法,其允许简单且低成本地制造复杂的、尤其是具有侧切的轮廓的纤维复合材料部件。同样地,方法和设备应该适合于批量制造。

[0006] 根据本发明的任务通过根据本发明的用于“树脂传递模塑”过程(RTM过程)的工具系统以及利用根据本发明的工具系统来加固纤维复合构件的方法解决。

[0007] 根据本发明的工具系统具有成形工具和包覆工具。多件式的成形工具在闭合状态下包围待制造的构件的空腔。成形工具的部件的数量在这里与待制造的构件的复杂性有关,尤其是与侧切部的数量有关。

[0008] 成形工具在闭合状态下的外部轮廓如下地构造,即,使得成形工具能够放入包覆工具的空腔中。包覆工具的空腔尽可能相应于成形工具的外部形状。在任何情况下,包覆工具的空腔必须大于成形工具在闭合状态下的外部形状,这是因为否则该外部形状将不再能够放入包覆工具中。而包覆工具的空腔比成形工具的外部形状大很多也是不利的,这是因为所有的中间空间以待引入的热固性的基质材料填充并因此意味着材料损耗。

[0009] 成形工具也可以通过包覆工具完全闭合。为此,闭合的、具有部分仍旧敞开的空腔的成形工具引入相应地构造的包覆工具中,从而使得用于工件的空腔随后由成形工具和包

覆工具限界。在此有利的是,用于将成形工具和包覆工具引导到一起的脱模方向相应于包覆工具的脱模方向。

[0010] 替代地,成形工具的一个部件也可以位于包覆工具内,而成形工具的其他部件闭合地且包围工件空腔地引入包覆工具内。因此,成形工具只有伴随着引入包覆工具内才闭合。

[0011] 工具的具体构造与待制造的工件的形状有关,从而在本发明的说明书的范围内能够不提供通常优选的形状。

[0012] 例如对于旋转对称的工具来说证实有利的是,通过成形工具的四个元件来表示周边。有利地,纤维预成形件因此在闭合工具时不被卡夹或推移。

[0013] 包覆工具多件式地构建,然而特别优选地两件式地构建,这是因为待密封的缝隙的数量因此是最少的。这些部件在闭合状态下形成密封地封闭的处理室。有利地,具有随着待复制的空腔的复杂程度提升的部件数量的成形工具不必被密封。当然,成形工具的缝隙尺寸在闭合状态下应该是很小的,以便确保待制造的构件的高品质。然而,在根据本发明的设备中,压力密封的、用于构建用以加固的压力的处理室由包覆工具形成。因此,成形工具的所有缝隙在加固期间以基质材料填充。由于缝隙尺寸优选很小,所以基质材料在成形工具脱模时有利地从构件上剥离。

[0014] 在此,在成形工具的单个部件的表面上部分或者全面地、间隔开地布置有间距保持件。通过间距保持件显著简化在使用后对成形工具的清洁。通过间距保持件来调节基质材料的能良好地取出的或良好地待清洗的厚度。因此,与略微厚一些的、能够简单地取下的层相比,从成形工具上清洁非常薄的基质材料层是非常耗费的。此外有利的是,通过用于产生成形工具的闭合力的倾斜面上的间距保持件来减少摩擦,由此需要较小的闭合力。

[0015] 特别有利的是,包覆工具的空腔和成形工具的外部形状相互协调,从而包覆工具在闭合状态下使成形工具在其空腔中保持闭合。

[0016] 特别优选地,包覆工具在闭合状态下向成形工具施加闭合力。为此,在成形工具外部且相对应地在包覆工具之中内布置有倾斜面,通过倾斜面将包覆工具的闭合力转化为用于成形工具的闭合力。

[0017] 用于包覆工具的闭合力能够经由上挤压台和/或下挤压台导入。

[0018] 特别有利的是,成形工具的相邻的部件通过形状锁合如下地连接,即,使得仅可能还朝成形工具的闭合方向运动。因此有利的是,可以特别有效地同时利用包覆工具的闭合力来闭合成形工具,这是因为通过倾斜面导入的力仅能导致朝成形工具的闭合方向的运动。

[0019] 此外优选的是,成形工具在闭合状态下仅在直接靠近空腔处具有优选小于1mm的尽可能小的缝隙尺寸,特别优选地在0.05mm到0.2mm之间。所有其他的缝隙都实施得更宽,优选大于0.2mm,特别优选地在0.2mm到3mm之间。因此有利的是,在用于清洁工具的耗费同时很小的情况下实现待制造的工件的高品质。

[0020] 原则上,在同时期望的很小的材料损耗的情况下,用于简单清洁的最佳的缝隙尺寸依赖于所使用的基质材料地变化。间距保持件优选构造成或凸点。优选地,间距保持件具有0.5mm到3mm的高度,特别优选地为1mm。

[0021] 此外优选地,间距保持件具有与成形工具或包覆工具的相邻部分的线形或点形

的,也就是尽可能小的接触面。特别有利地,贴靠面是弯曲的,优选地具有1mm到100mm的半径。因此有利地实现在工具处于闭合状态时,间距保持件与相邻构件的触碰点上的赫兹应力,由此能够简单地、无残留地取出多余的基质材料。间距保持件的横截面形状因此优选地是具有凸状地隆起的尖部的圆形或者正弦形或抛物线形。

[0022] 此外优选地,在两个包覆工具部件的接触面内并且在上包覆工具和成形工具的上部件之间分别布置有密封件,从而使得两个包覆工具部件在闭合状态下形成压力密封的处理室。

[0023] 此外优选地,工具系统装配有用于输送基质材料的混合头,基质材料的输送管路侧向地从其中一个包覆工具部件导出。

[0024] 在一种特别优选的实施方案中,成形工具的外表面具有用于与承载元件连接的止挡面,承载元件优选以磁的方式紧固。用于形状锁合连接的元件在使用基质材料以后被不利地包围,并且必须耗费地被清洁。在此,使用以磁的方式紧固是有利的。作为替选也可以通过吸盘实现紧固。

[0025] 此外,本发明的主题是一种借助所描述的工具系统对纤维复合构件进行加固的方法。

[0026] 在第一方法步骤a)中,将纤维预成形件引入打开的成形工具的空腔中并将其闭合。替选地,可以在制造纤维预成形件时就已经使用成形工具的元件。在这个方法步骤之后,纤维预成形件在成形工具的空腔中并由该空腔包围。成形工具不必完全包围用于工件的空腔,正如之前在工具系统中所阐述的那样,这也可以通过随后传输到包覆工具中或在随后传输到包覆工具中的情况下实现。因此,成形工具也可以通过包覆工具的区域或者也可以通过成形工具的位于包覆工具内的部件完全闭合。

[0027] 在方法的一种优选设计方案中,在使用前尤其是将防粘剂引入到成形工具的空腔内。这使得加固后的构件能够更容易地脱模。为了能够更容易地清洁基质材料,也有意义的是,将防粘剂涂覆到成形工具的其他表面上和/或包覆工具的空腔内。特氟龙例如适用作防粘剂。

[0028] 然后,在第二方法步骤b)中,成形工具优选地借助升降装置置入到包覆工具的下半部中。优选地,为此在成形工具上设置有止挡机构,特别优选地通过磁力或吸盘来实现止挡机构和升降装置之间的连接。

[0029] 现在,成形工具中的工件的空腔完全闭合。

[0030] 随后,放置包覆工具的上半部并闭合包覆工具。优选通过压合机向包覆工具施加闭合合力。

[0031] 现在,在第三方法步骤c)中,将基质材料引入包覆工具的压力密封的空腔中并且/或者直接引入成形工具的空腔中。通过施加压力和选择温度使成形工具的空腔内的构件加固。在加固时待实际应用的压力和温度参数与所使用的材料有关,并且通过所使用的材料所公知。优选地经由一个或者多个注入口来实现基质材料的注入,注入口优选点形、线形或者通道形地布置在成形工具中。

[0032] 在加固之后,在方法步骤d)中打开包覆工具。随后,优选又借助升降装置从包覆工具的下半部取走成形工具。

[0033] 现在,可以在最后的方法步骤e)中打开成形工具并取出制成的构件。

[0034] 在包覆工具和成形工具之间的中间空间中硬化的基质材料作为基质材料主体保留,直至成形工具上脱模。在为了使构件脱模而打开成形工具的情况下,基质材料主体优选地在通过间距保持件形成的预定断开部位的区域中被部分地损毁并因此能够容易地去除。因此支持构件的脱模并减少用于清洁工具的耗费。

[0035] 在清洁工具之后可以将新的纤维预成形件引入成形工具中并重复该方法。

[0036] 在该方法的一种优选的设计方案中,在执行步骤c)之前将空腔抽真空,也就是抽走其中的空气。因此有利地可以加速加固过程,并且可以省去包覆工具上的排气阀。

### 附图说明

[0037] 下面借助实施例阐述本发明。图中示意性地示出:

[0038] 图1:待制造的工件,

[0039] 图2:多件式的成形工具的分解图,

[0040] 图3:带有放入的工件的脱模的、多件式的成形工具的剖面图,

[0041] 图4:成形工具的细节图,

[0042] 图5:闭合的成形工具的等距视图,

[0043] 图6:将多件式的成形工具安置到下包覆工具中,

[0044] 图7:闭合的包覆工具,

[0045] 图8:穿过闭合的工具系统的中间平面的剖面图,工具系统带有下挤压台和上挤压台,以及

[0046] 图9:成形工具的两个元件与包覆工具交会的区域的细节图。

[0047] 图10:间距保持件3的不同的优选的横截面。

### 具体实施方式

[0048] 图1示出了具有侧切部的立方体工件1。该工件1具有侧切部1.1和1.2,其对于多次划分的成形工具来说是必要的。

[0049] 图2用分解图示出了一种具有打开的成形工具2的工件1。成形工具2划分成底部元件2.1、顶部元件2.2和侧部元件2.3至2.6。每一个元件2.1至2.6都具有高度为2mm的间距保持件3.1至3.6,这些间距保持件能够实现加固后所粘附的基质材料的简单的脱落。在顶部元件2.2中设置有注入口5,从外面通过输送管路向注入口输送基质材料。围绕着注入口5布置有密封槽4,其防止基质材料进入用于输送的通道中。利用附图标记A-A标出用于图3的图示的剖面。

[0050] 图3示出图2的剖面图。注入口5和密封槽4位于顶部元件2.2中。在图2和3中能够很好地看出侧部元件2.3至2.6的倾斜的、朝外指向的面。用X表示的、虚线示出的圆的内容在作为图4的细节图中示出。

[0051] 在图5中示出了闭合的成形工具2。在每个侧部元件2.3至2.6上设置有用于与升降机构连接的止挡面6。为了提升而使用在此未示出的承载架,其具有用于与止挡面6相连的四个磁体。

[0052] 图6示出了在置入到下包覆工具7期间的闭合的成形工具2,成形工具布置在下挤压台10上。可以很好地看出成形工具2的侧部元件2.3-2.6的倾斜面14和在下包覆工具7的

内部中的与之相对应的倾斜面15。在这里未详尽示出的上包覆工具8中也布置有类似的倾斜面15。倾斜面14和15如下地相互对应,即,使得包覆工具7、8的闭合力用作针对成形工具2的闭合力,也就是朝着顶部元件2.2和底部元件2.1的方向挤压侧部部件2.3-2.6。

[0053] 图7示出了在置入成形工具2和放置上包覆工具8以后的下包覆工具7。随后通过上挤压台11向包覆工具7、8施加闭合力。在上包覆工具8内的通道中实现基质材料向混合头12的输送,混合头位于图7中未示出的注入口的前方。用B-B标注用于图8的图示的剖面。

[0054] 图8示出带有位于其中的成形工具2的闭合的包覆工具7、8。在顶部元件2.2中布置有混合头12,注入口5布置在混合头的后方。基质材料在这里是包含两种成分的树脂,其中,树脂的这两种成分通过输送管路以分开的方式输送到顶部元件2.2中的混合头12中,在那里混合并随后经由注入口5压入成形工具2的空腔中。用Y表示在图9中详尽示出的区域。

[0055] 在图9所示的区域中,顶部元件2.2、侧部元件2.3和上包覆工具8彼此交会。基质材料13填充成形工具2的部分之间的所有的中间空间并通过这些中间空间排出到成形工具2和包覆工具7、8之间的区域中。通过间距保持件3.2实现这些中间空间的限定的厚度,进而实现随后待移除的基质材料的厚度。2mm的高度证实是特别有利的,这是因为在这个厚度中的基质材料能够在材料损耗不太大的情况下被很好地取出。在此示出的间距保持件具有尽可能矩形的横截面。然而,基于产生的赫兹应力和与之关联的无残留的取出,具有点形的或者线形的贴靠面是优选的,正如在图10中所示的那样。因此在图10中示出了间距保持件3的三种不同的优选的横截面形状。左边是三角形函数、中间是抛物线函数并且在右侧的是圆角函数。抛物线函数和圆角函数有利地引起赫兹应力,赫兹应力能够实现简单地取出多余的基质材料,并且此外还在经常使用的情况下有利地确保间距保持件的很小的磨损。

[0056] 为了执行该方法,首先将外部尺寸为 $250\text{mm} \times 250\text{mm} \times 200\text{mm}$  (L×B×H)的碳材料纤维预成形件置入到成形工具2的底部元件2.1中。然后,四个侧部元件2.3...2.6轴向地通过布置在基板上的线性引导系统运动到底部元件2.1上,直到其贴靠在底部元件2.1的侧面上(图2、图3)。然后,将顶部元件2.2置入到所形成的盒式的底座中并使成形工具2完整化,成形工具具有 $500\text{mm} \times 500\text{mm} \times 300\text{mm}$  (L×B×H)的外部尺寸并具有500kg的总重量(图5)。

[0057] 替代地,底部元件2.1也可以布置在下包覆工具7中,从而使得成形工具2只有在安置到下包覆工具7中以后才完全包围用于待制造的工件的空腔。此外,作为替代也可以由下包覆工具7自身地构造出底部元件2.1。

[0058] 成形工具2在侧部元件2.3...2.6的靠上的倾斜面处由具有承载磁体的传输架容纳并安置到布置在下挤压台10上的下包覆工具7内(图6)。这种布置被移动到挤压架的下方,然后,布置在该挤压架内的上包覆工具8下降到下包覆工具7上,压合机闭合并被施加以至少20000kN的抵持力(图7)。

[0059] 在成形工具2的顶部元件2.2的留空部中布置有混合头12,在这种情况下是环氧树脂的基质材料13经由该混合头注入到成形工具2的空腔中。通往混合头12的材料及能量输送管路侧向地经由上包覆工具8内的留空部导出(图8)。

[0060] 基质材料13在10bar的压力下经由注入口5挤压到间接地经由下包覆工具和上包覆工具7、8加热到 $100^{\circ}\text{C}$ 的成形工具2中,并且完全填满碳材料纤维预成形件。基质材料13从成形工具2的缝隙排出并填充成形工具2和包覆工具7、8之间的、由间距保持件3限定的空心空间(图9)。在这里,2mm厚的环氧树脂膜包围成形工具2的整个周边直至成形工具2内的密

封槽4和上包覆工具8之间的密封部位处。硬化的基质材料13保留直至成形工具2上的脱模。

[0061] 在以相反的顺序进行组装时,工具系统从压合机中取出。在从下包覆工具7中取走之后,在成形工具2打开的情况下,为了工件1的脱模,包覆的环氧树脂体优选在通过间距保持件3形成的预定断开部位的区域中被部分损毁并轻松地移除。

[0062] 附图标记列表

- [0063] 1 工件
- [0064] 1.1 工件的侧切部
- [0065] 1.2 工件的侧切部
- [0066] 2 成形工具
- [0067] 2.1 底部元件
- [0068] 2.2 顶部元件
- [0069] 2.3 侧部元件
- [0070] 2.4 侧部元件
- [0071] 2.5 侧部元件
- [0072] 2.6 侧部元件
- [0073] 3 间距保持件
- [0074] 3.1 下侧的间距保持件
- [0075] 3.2 上侧的间距保持件
- [0076] 3.3 前侧的间距保持件
- [0077] 3.4 右侧的间距保持件
- [0078] 3.5 后侧的间距保持件
- [0079] 3.6 左侧的间距保持件
- [0080] 4 密封槽
- [0081] 5 注入口
- [0082] 6 用于升降系统的止挡面
- [0083] 7 下包覆工具
- [0084] 8 上包覆工具
- [0085] 9 围绕的工具密封件
- [0086] 10 下挤压台
- [0087] 11 上挤压台
- [0088] 12 混合头
- [0089] 13 基质材料
- [0090] 14 成形工具的倾斜面
- [0091] 15 包覆工具的倾斜面

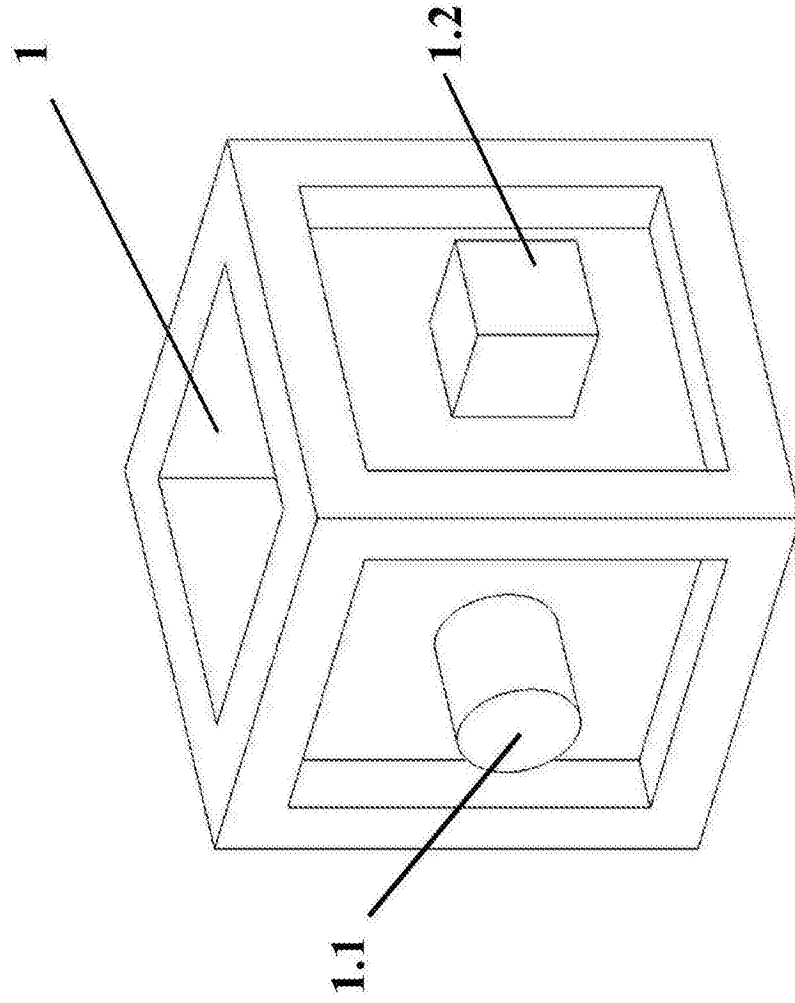


图1

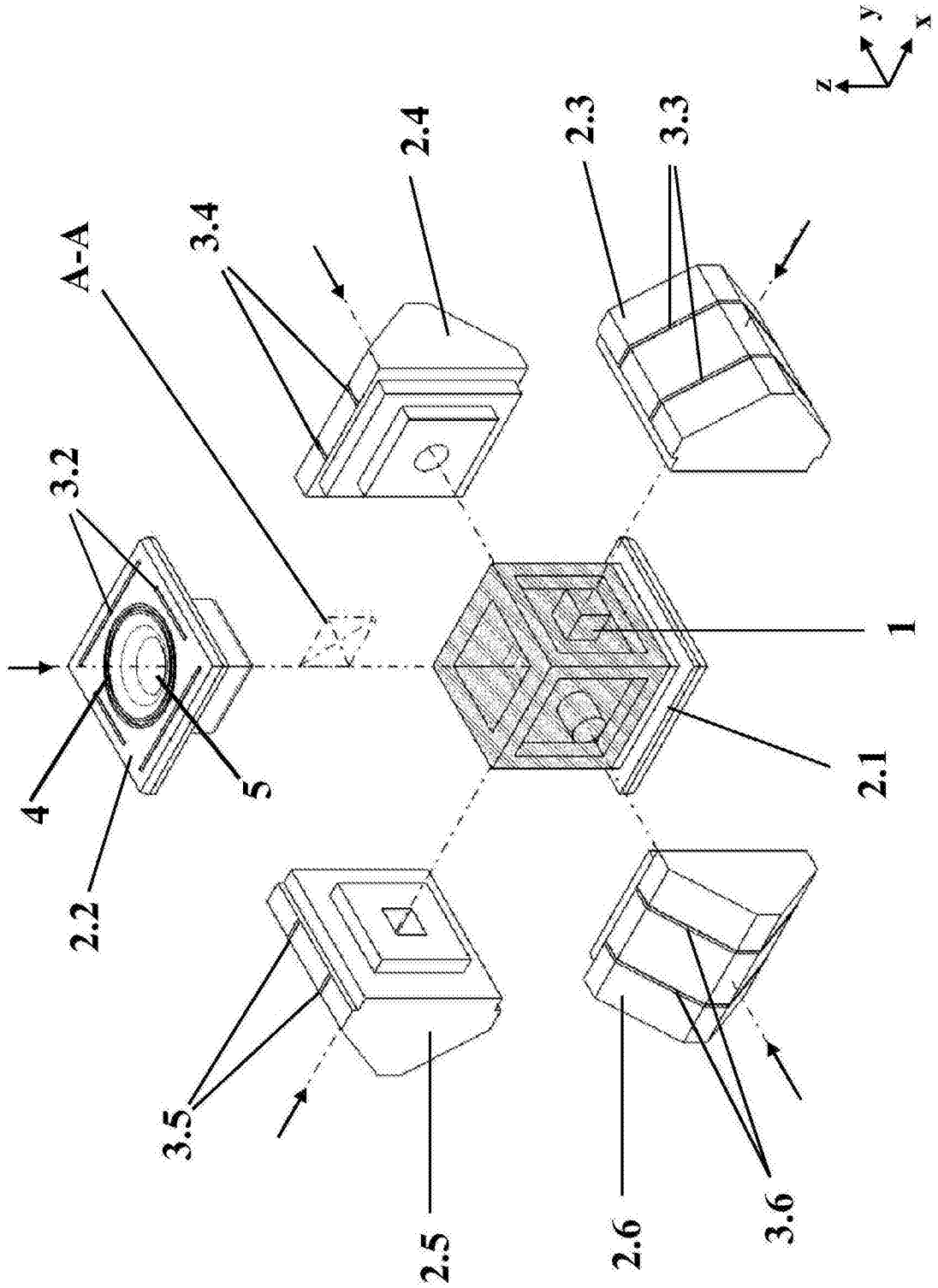


图2

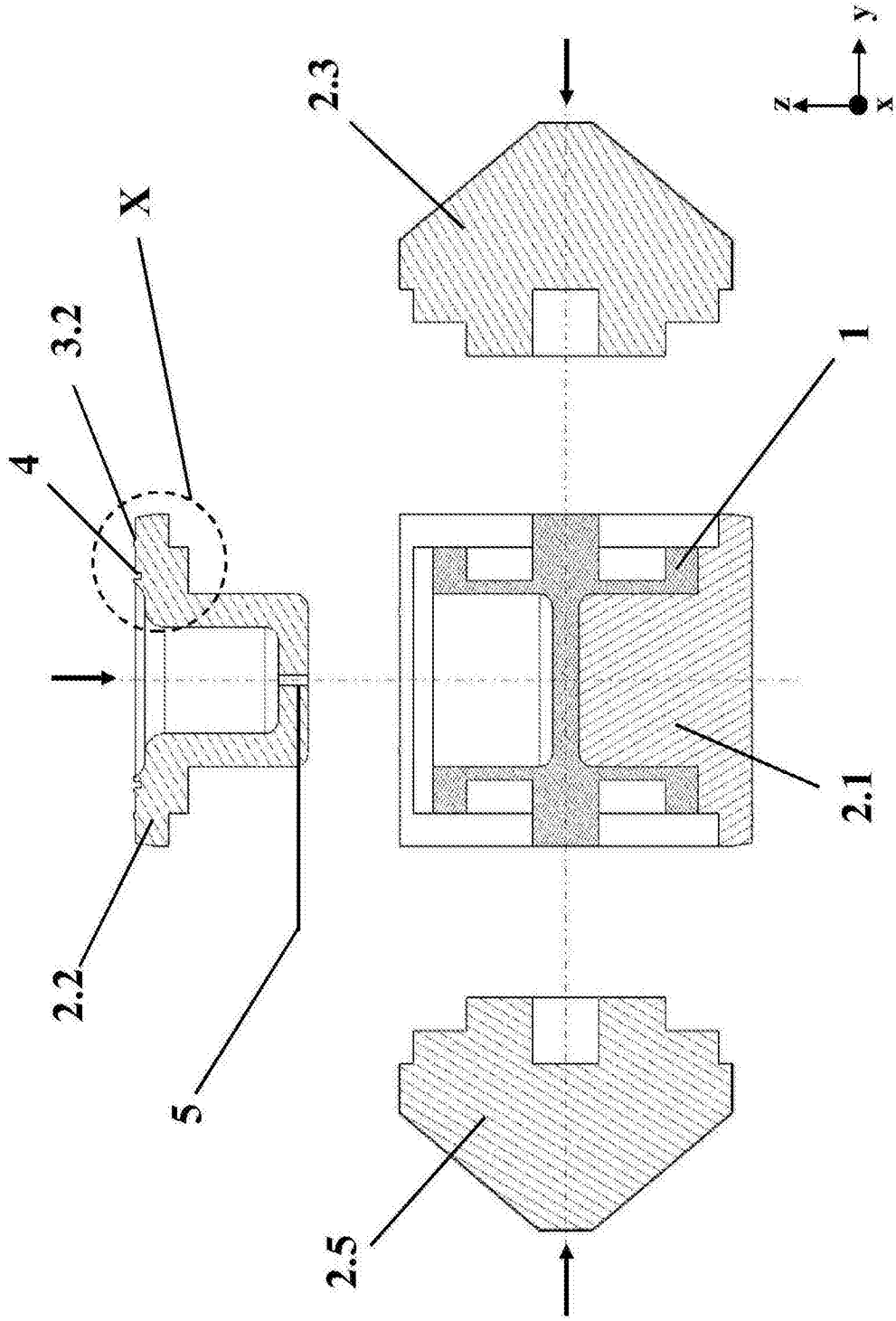


图3

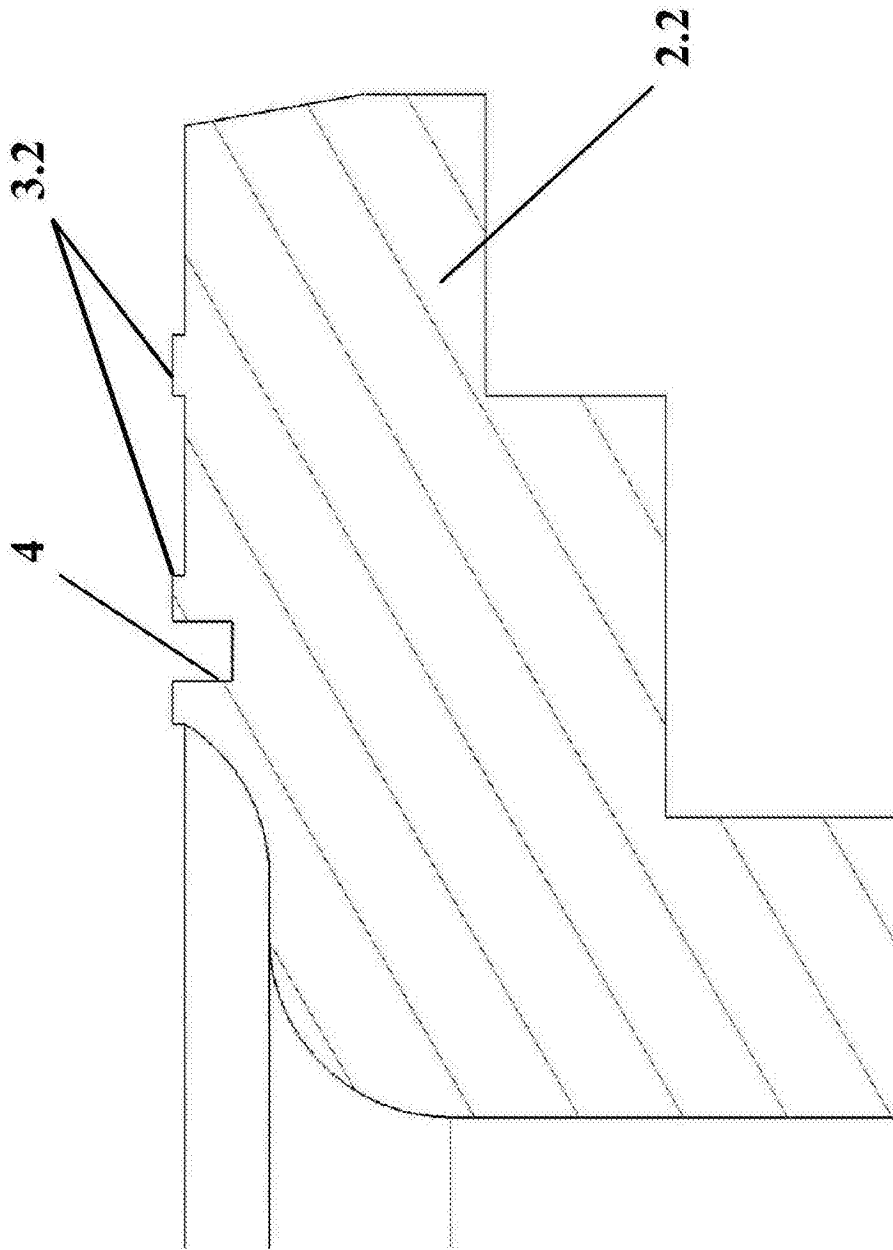


图4

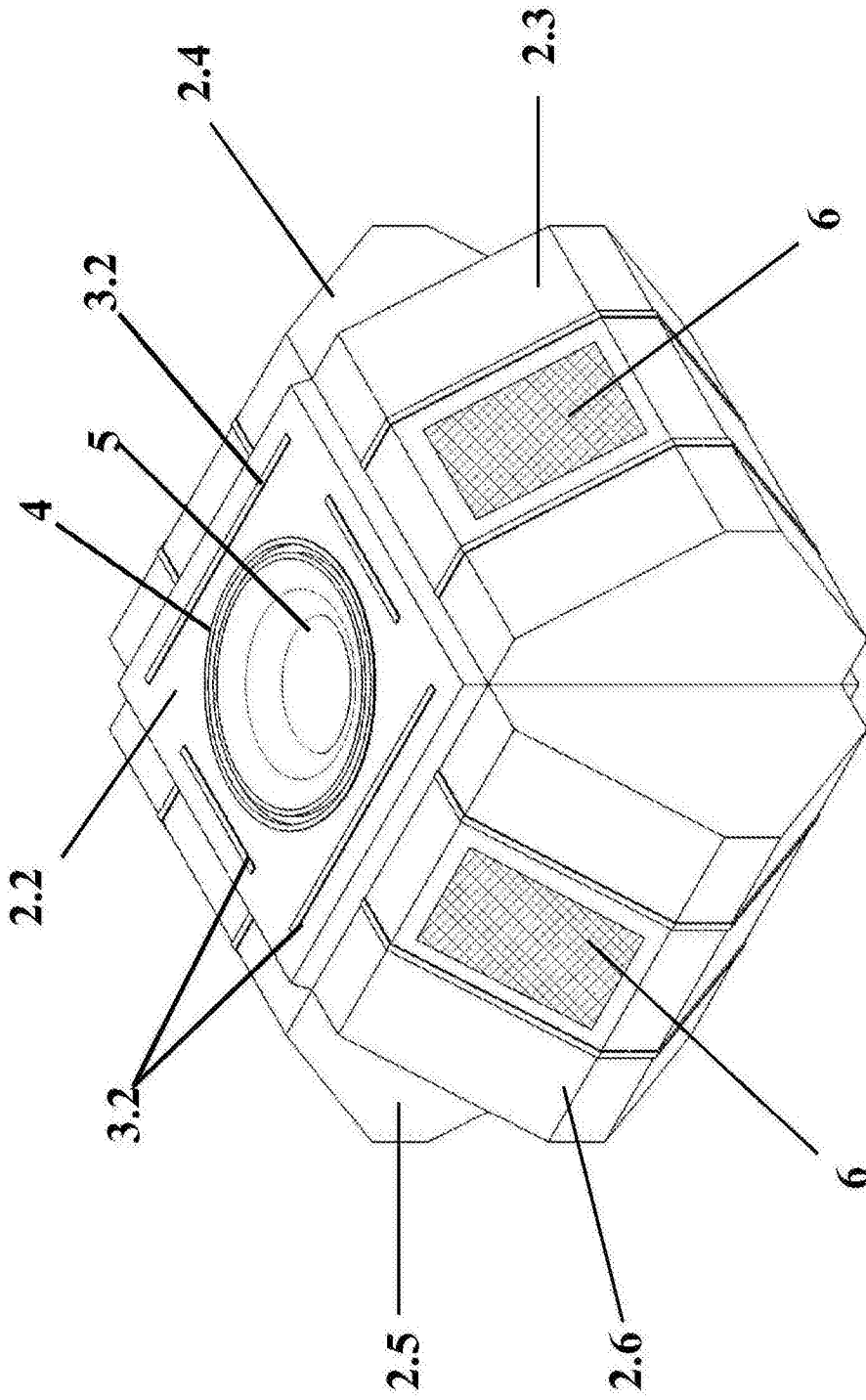


图5

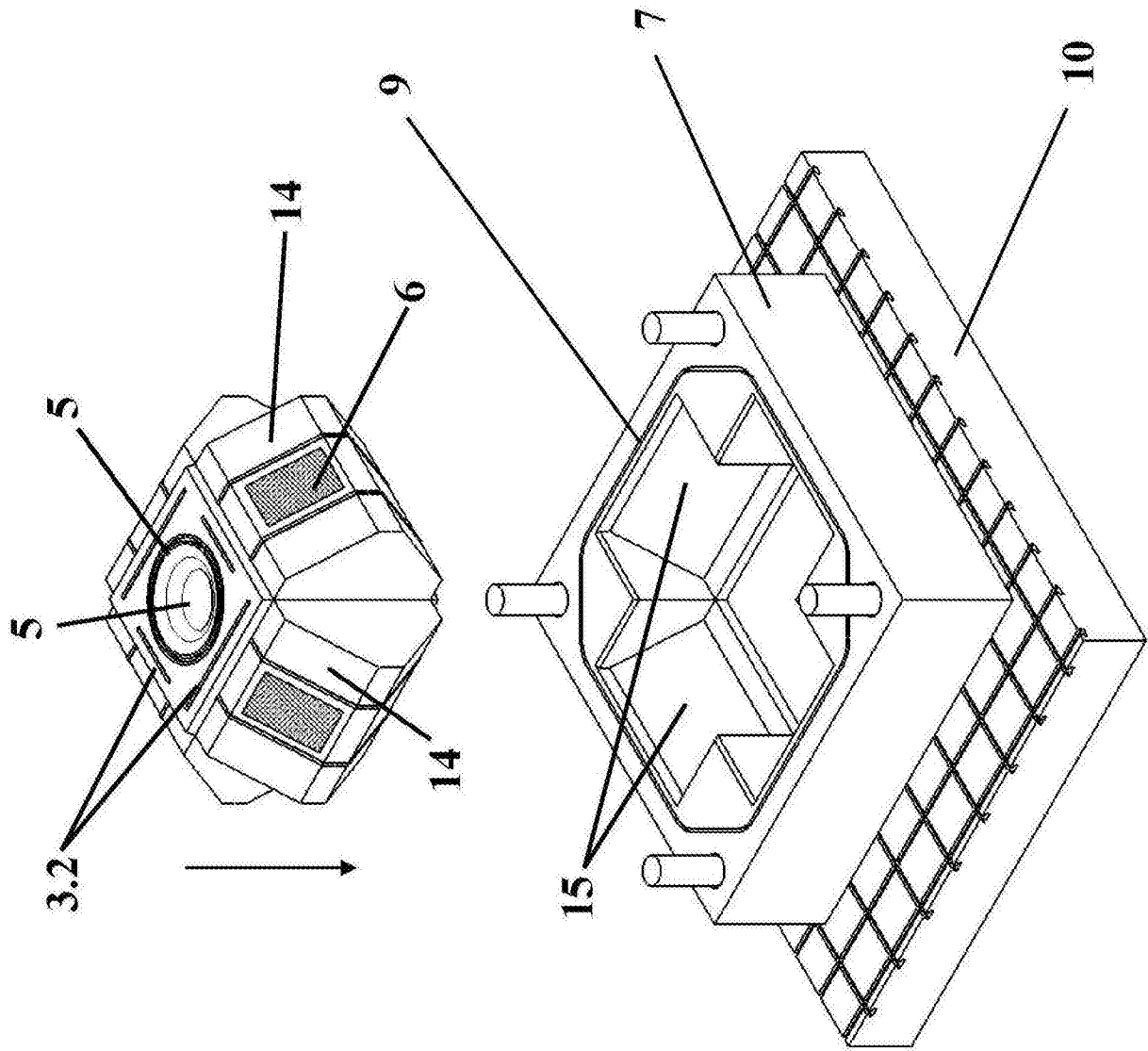


图6

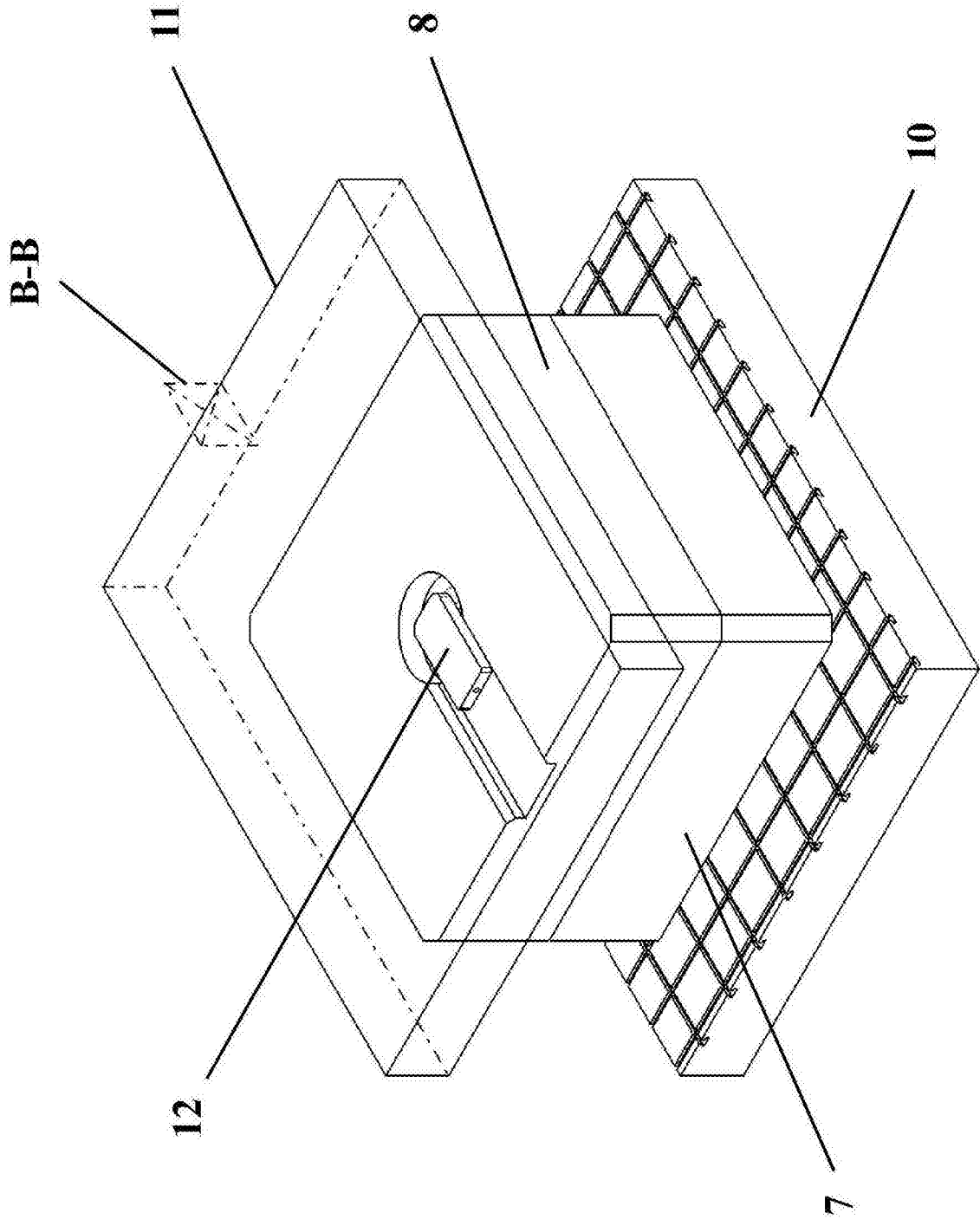


图7

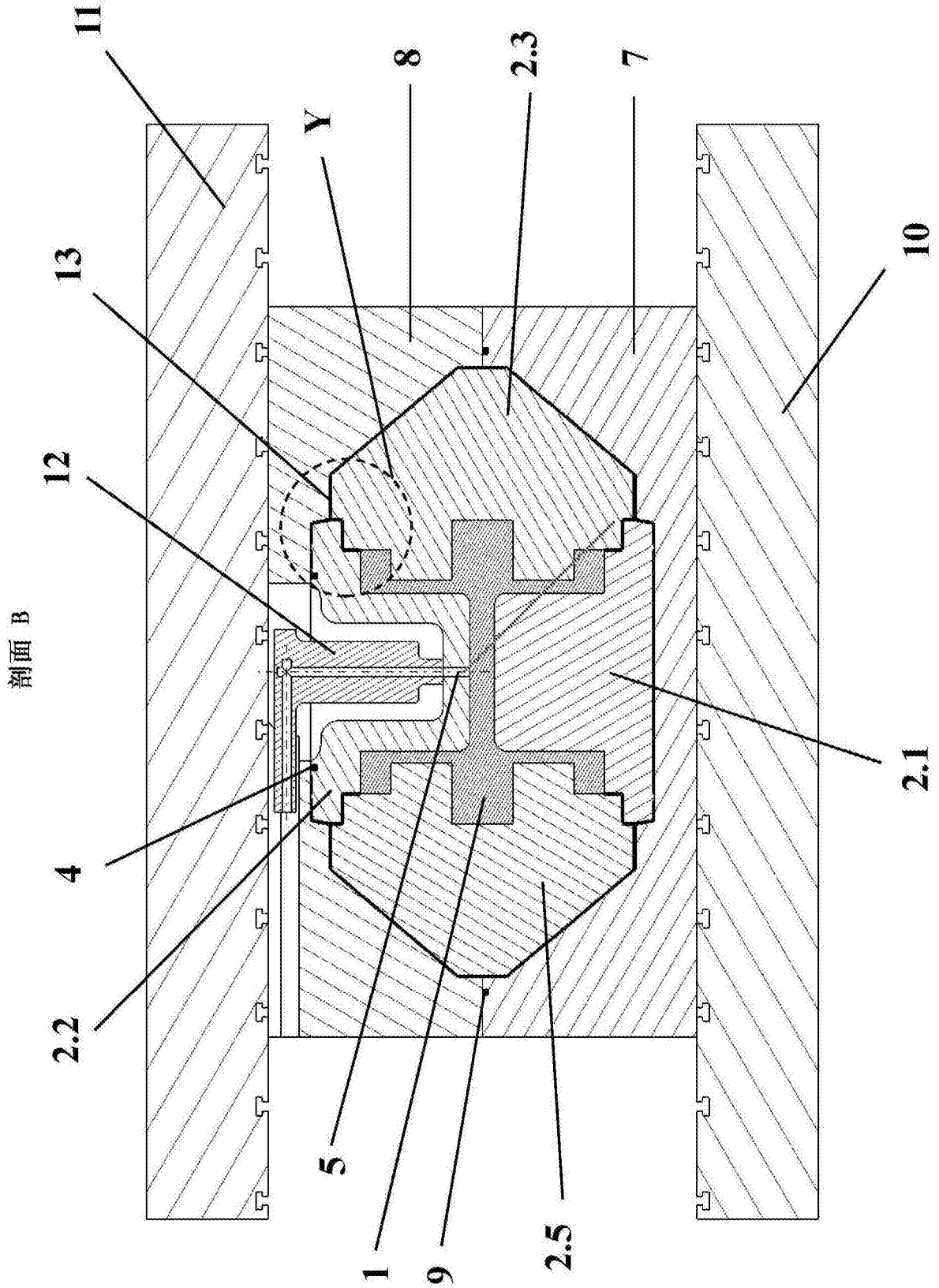


图8

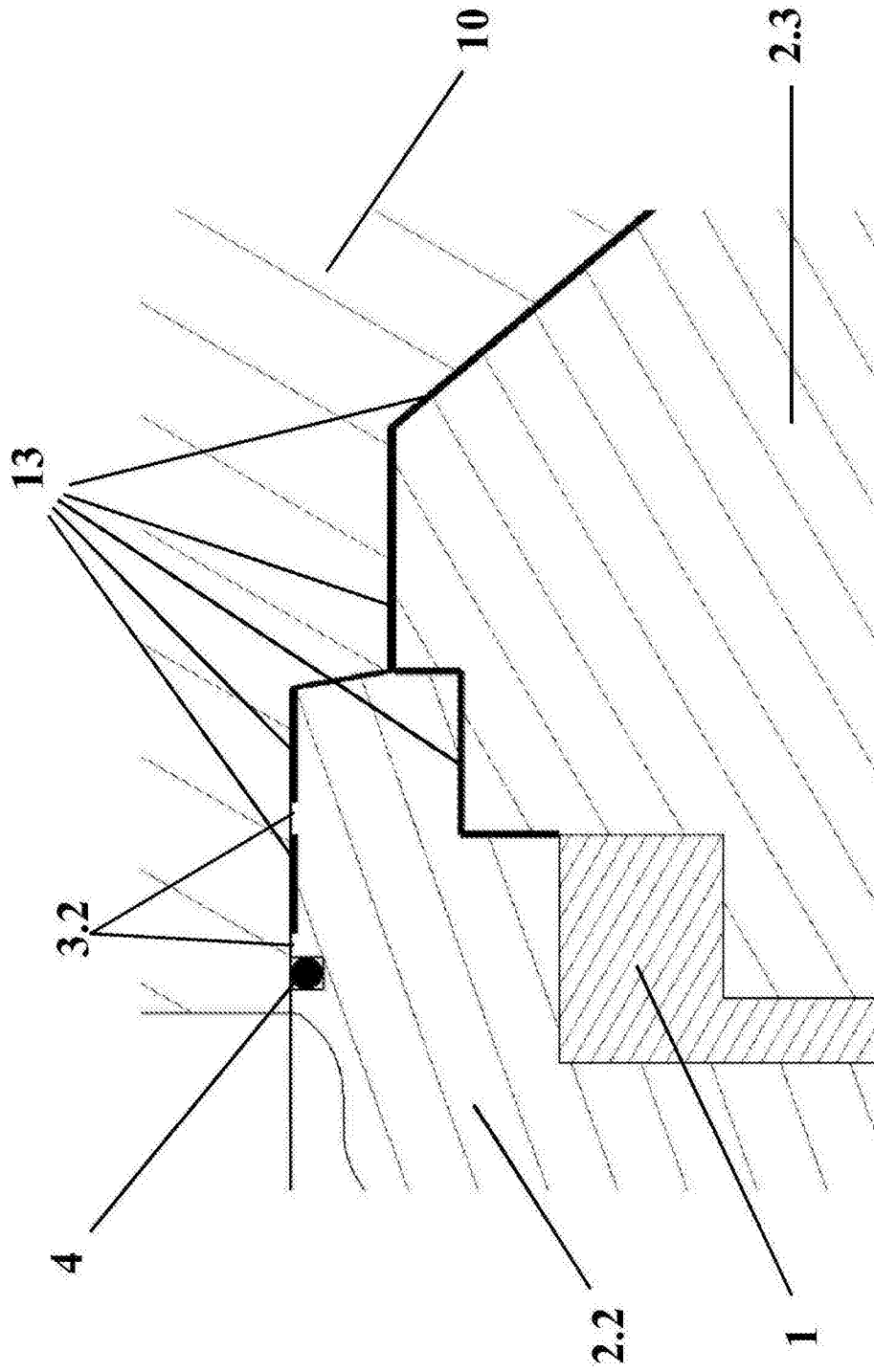


图9

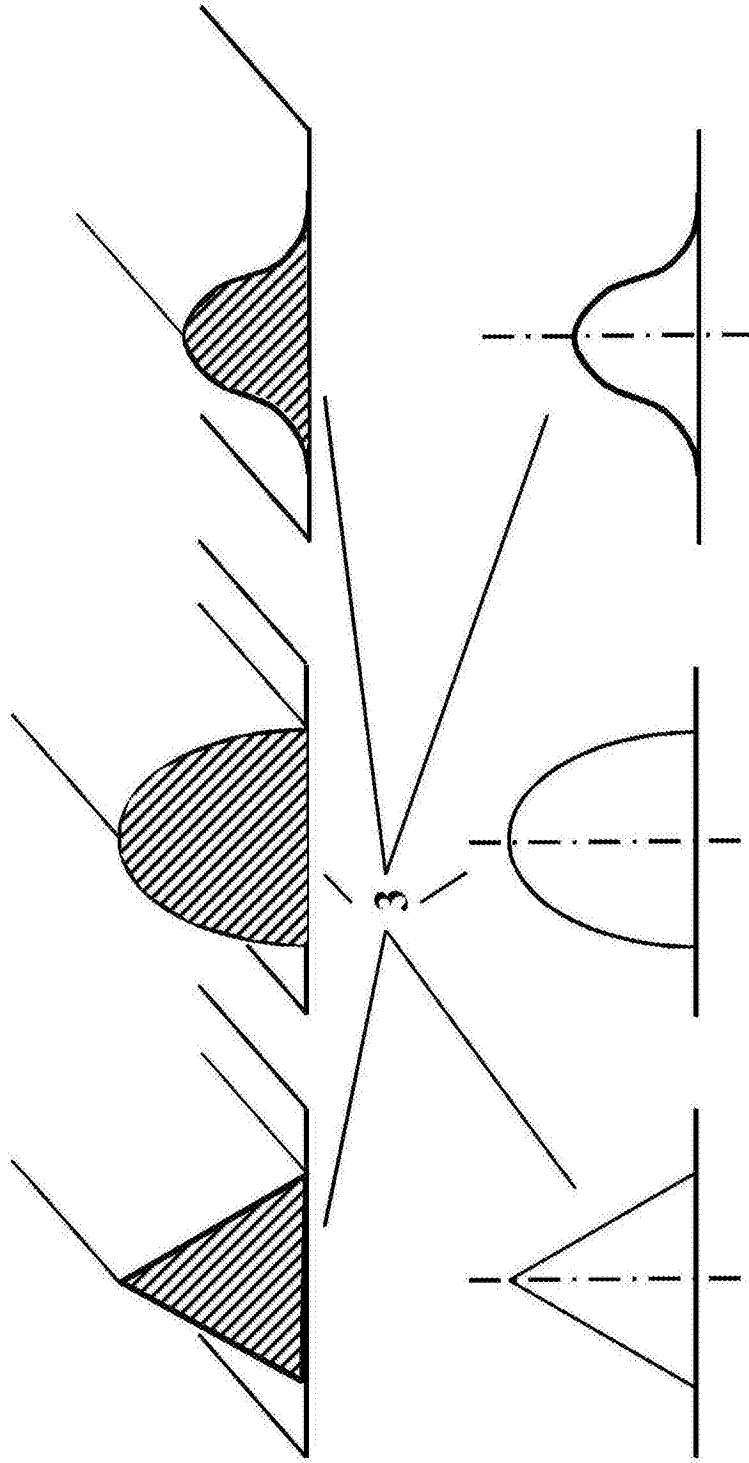


图10