



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105378863 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201480023632. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 04. 23

H01F 27/22(2006. 01)

(30) 优先权数据

H01F 27/255(2006. 01)

13165430. 3 2013. 04. 25 EP

H01F 27/28(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 10. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/058252 2014. 04. 23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/173960 EN 2014. 10. 30

(71) 申请人 麦格康普公司

地址 瑞典艾斯洛

(72) 发明人 托德·赛德尔

奥斯卡·H·比亚纳森

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 樊英如 李献忠

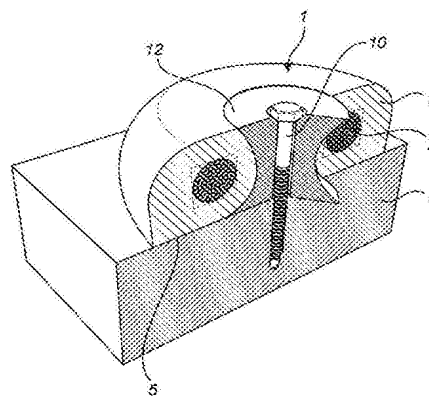
权利要求书2页 说明书11页 附图12页

(54) 发明名称

用于 SMC 电感器的热管理系统

(57) 摘要

本发明涉及一种电感器 (1), 该电感器具有线圈 (2) 和芯 (3), 其中所述芯 (3) 由软磁性复合物 (SMC) 制成, 所述线圈 (2) 由环形缠绕的电导体构成, 所述线圈 (2) 被基本整合到所述芯 (3) 内以使得所述芯 (3) 材料充当传导来自所述线圈 (2) 的热的导热体, 所述导热体具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 、更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 、最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 的导热率, 其中所述电感器 (1) 与至少一个热连接固定件 (10-25) 热连接, 其中所述至少一个热连接固定件 (10-25) 适合于连接至第一外部热接收体 (4) 以便将来自所述电感器的热传导至所述第一外部热接收体 (4)。



1. 一种具有线圈 (2) 和芯 (3) 的电感器 (1), 其中
所述芯 (3) 由软磁性复合物 (SMC) 制成,
所述线圈 (2) 由环形缠绕的电导体构成,
所述线圈 (2) 被基本整合到所述芯 (3) 内以使得所述芯 (3) 材料充当传导来自所述线圈 (2) 的热导热体, 所述导热体具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 的导热率,

其中所述电感器 (1) 与至少一个热连接固定件 (10-25) 热连接,

其中所述至少一个热连接固定件 (10-25) 适合于连接至第一外部热接收体 (4) 以便将来自所述电感器的热传导至所述第一外部热接收体 (4),

其中所述电感器 (1) 的连接线缆 (7) 中的至少一个连接线缆 (7) 由冷却设备的热连接 (18) 在该连接线缆 (7) 进入所述芯 (3) 材料的入口附近被冷却。

2. 一种具有线圈 (2) 和芯 (3) 的电感器 (1), 其中

所述芯 (3) 由软磁性复合物 (SMC) 制成,

所述线圈 (2) 由环形缠绕的电导体构成,

所述线圈 (2) 被基本整合到所述芯 (3) 内以使得所述芯 (3) 材料充当传导来自所述线圈 (2) 的热导热体, 所述导热体具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 的导热率,

其中所述电感器 (1) 与至少一个热连接固定件 (10-25) 热连接,

其中所述至少一个热连接固定件 (10-25) 适合于连接至第一外部热接收体 (4) 以便将来自所述电感器的热传导至所述第一外部热接收体 (4),

其中所述芯 (3) 具有至少一个整合的冷却管 (24), 其中一个 / 多个所述冷却管 (24) 与所述线圈 (2) 热连接且一个 / 多个所述冷却管 (24) 适合于容纳用于传输来自所述线圈 (2) 的热流体流。

3. 如权利要求 2 所述的电感器 (1), 其中所述冷却管 (24) 绕环形缠绕的所述线圈 (2) 以螺旋超环形状缠绕。

4. 一种具有线圈 (2) 和芯 (3) 的电感器 (1), 其中

所述芯 (3) 由软磁性复合物 (SMC) 制成,

所述线圈 (2) 由环形缠绕的电导体构成,

所述线圈 (2) 被基本整合到所述芯 (3) 内以使得所述芯 (3) 材料充当传导来自所述线圈 (2) 的热导热体, 所述导热体具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 的导热率,

其中所述电感器 (1) 与至少一个热连接固定件 (10-25) 热连接,

其中所述至少一个热连接固定件 (10-25) 适合于连接至第一外部热接收体 (4) 以便将来自所述电感器的热传导至所述第一外部热接收体 (4),

其中所述线圈 (2) 具有至少一个整合冷却管 (25), 一个 / 多个所述冷却管 (25) 被放置在所述线圈 (2) 横截面内。

5. 一种具有线圈 (2) 和芯 (3) 的电感器 (1), 其中

所述芯 (3) 由软磁性复合物 (SMC) 制成,

所述线圈 (2) 由环形缠绕的电导体构成,

所述线圈 (2) 被基本整合到所述芯 (3) 内以使得所述芯 (3) 材料充当传导来自所述线圈 (2) 的热的导热体,所述导热体具有高于 $1.5\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、更优选地高于 $2\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、最优选地高于 $3\text{W/m}\cdot\text{K}$ 的导热率,

其中所述电感器 (1) 与至少一个热连接固定件 (10-25) 热连接,

其中所述至少一个热连接固定件 (10-25) 适合于连接至第一外部热接收体 (4) 以便将来自所述电感器的热传导至所述第一外部热接收体 (4),

其中所述热连接固定件 (10-17、19-23) 适合于附接于所述第一外部热接收体 (4) 并藉此抵靠所述第一外部热接收体 (4) 按压所述电感器 (1),以及

其中所述芯 (3) 具有适合于放大所述电感器 (1) 的上侧和第二外部热接收体 (5) 的表面之间的热连接表面 (6) 的形状,

其中所述热连接固定件 (10-25) 可按与热连接到所述第一外部热接收体 (4) 的方式类似的方式热连接到所述第二外部热接收体 (5)。

6. 如前述权利要求中任一项所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件是所述外部热接收体的整合部分或附接于所述外部热接收体, 以及

所述热连接固定件 (22、23) 是进一步的技术系统的表面或腔或是所述表面或腔的一部分, 其中所述芯 (3) 被模塑到所述表面或腔上或内。

7. 如权利要求 6 所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件 (13-17、20、21、23) 适合于在所述芯 (3) 的模塑期间定位所述线圈 (2)。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的电感器 (1) 的用途, 其中所述电感器 (1) 是用于在高于 0.2J 的能量储量处使用的高于 2kHz 、更优选地高于 3kHz 、最优选地高于 6kHz 的切换频率的扼流装置。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的电感器 (1) 的用途, 其中所述电感器在高于 25 安培 (rms) 的电流时使用。

用于 SMC 电感器的热管理系统

技术领域

[0001] 本发明一般涉及制造有用于有效冷却的热管理系统的软磁性可模塑材料电感器。更具体而言,本发明涉及用于不管能量储量(energy content)如何冷却此类电感器同时维持高效率的系统。根据能量储量,该系统还具有其他技术益处,诸如例如导致明显更小的单元、更紧凑的设计、以及简化的安装设置。

背景技术

[0002] 随着频率增加以及电感器中的能量储量增长,电感器通常是使用例如以下来制造的:1) 具有不同厚度(即,0.5mm 0.35mm, 0.22mm, 0.10mm)的层叠钢板,具体取决于频率,2) 无定形磁性材料,3) 制造为 E、C 或 U 形芯或 I 形或环形线圈形芯的铁氧体或加压软磁性复合(SMC)材料,其可被粘结在一起以制造更大的单元和罐形芯。所有这些技术存在的共同问题在于:将有效的液体冷却引入其结构带来对 i 的相当大的机械挑战。液体冷却技术通常需要各种连接点,从而产生泄漏风险以及额外的制造步骤。另一个问题在于:用已知且简单的方法(诸如使用平面液体或气冷散热器)同时冷却导线和芯材料是极具挑战性或者不可能的。而且,由于这些单元是从标准芯材料制造这一事实,优化的可能性被限制。而且,由于制造中的挑战,从加压材料制造的一些形状在特定尺寸以上无法获得。此外,用所述技术制造的电感器在芯和线圈材料之间不具有直接热连接且其机械结构如此,使得不可能产生完全热同质的设计。这带来了电感器的结构中的低效和脆弱。

[0003] 具有封装在其结构内的线圈(例如,罐形芯或软磁性可模塑材料芯)的电感器的主要技术挑战是:源自该线圈的与电阻性且高频率有关的损耗被封装在该电感器的结构内。更高的频率进而增大电感器的电阻,从而进一步影响其温度和损耗。高频率还带来线圈内的表皮和邻近效应,从而甚至进一步增加线圈内的温度和损耗。

[0004] 封装在传统罐形芯内的线圈通常绕在标准绕线管上。因为这样的绕线管通常具有非常低的导热性,所以这在此类电感器内的顶部、底部和中心带来了热阻挡。罐形芯要么被制造成半开放式芯以允许对线圈进行气体冷却,要么在连接线缆出口处是开放的。在后一种情况下,通常用基于导热聚合物的材料来填充它们以获得与仅仅空气相比较好的热属性。然而,这些材料的热属性在导热性方面总是相对地,通常不超过 1.5W/m*K。

[0005] 其他热激励电感器设计包括使用针对电感器的铝外壳,其随后被用如上所述的类似的基于导热聚合物的材料来填充。基于不同的芯材料,此类电感器设计包括 C 形、U 形或 E 形芯,其中线圈绕在标准绕线管上且随后被置于两个芯之间,这两个芯之间通常有分离的气隙。线圈或芯随后抵靠铝外壳放置,该铝外壳通常安装在或连接到散热器上。此类设计中的一些设计还包括将用于水冷的冷却管线包括在内。这些设计的问题与上面所述的一样。它们在其设计中不是热同质的。在线圈和芯材料之间没有允许热传导的直接热耦合。导热“罐形化材料(potting material)”具有相对低的导热属性。仅存在将线圈或芯材料抵靠外壳/冷却放置的可能性。如果此类电感器是液体冷却的,则这需要复杂的机械挑战来有效地在其结构中实现这种冷却。液体冷却通常还将需要各种连接点,从而产生泄漏风险以

及额外的制造步骤。一个额外且重要的缺点是：需要额外且昂贵的铝外壳以及围绕电感器的罐形化材料，这也增加了重量且在进一步的技术产品内占据了更多空间。

[0006] 对于具有封装在其结构内的线圈（即，罐形芯或软磁性可模塑材料芯）的电感器应用确保制造不变热的电感器的可能性的系统变得尤其重要，该系统即，以最高效的方式提取因在导线中产生的损耗所生成的热的系统。如果没有实现这一点，则单元变得过大、重且昂贵。在一些情况下，即，高于特定能量储量时，此类电感器变得实际上不可能使用当前技术来制造。

发明内容

[0007] 取决于能量储量，下面描述的实施方式被包括在所要求保护的发明中。外部因素（诸如环境温度、周围气流强度以及交换频率中包含的电流容量），脉动或谐波影响该系统的不同等级的划界并可能使其在实用性中重叠。然而，所要求保护的发明中的实施方式处于与增加的能量储量相关的适用性的正确量级但是外部因素也可能影响每种方法的可行性，诸如成本、效率要求、空间限制、以及进一步技术产品中的优选冷却方法和材料。

[0008] 本发明的一个目标是改善当前最新技术，以解决上述问题，并提供具有增强的冷却的改善的电感器。这些和其他目标通过一种电感器来实现，该电感器具有线圈和芯，其中所述芯由软磁性复合物（SMC）（优选地由包含软磁性可模塑材料的子组）制成，所述线圈由环形缠绕的电导体构成，所述线圈被基本整合到所述芯内以使得所述芯材料充当传导来自所述线圈的热的导热体，所述导热体具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}^*\text{K}$ 、更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}^*\text{K}$ 、最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}^*\text{K}$ 的导热率，其中所述电感器与至少一个热连接固定件热连接，其中所述至少一个热连接固定件适合于连接至第一外部热接收体以便将来自所述电感器的热传导至所述第一外部热接收体。所述热连接固定件是适合于被用来将热从所述电感器传导到所述外部热接收体的导热结构。作为额外特征，所述热连接固定件还可被用来紧固所述电感器并且例如具有用于安装到所述外部热接收体的螺纹。所述外部热接收体可以是传统散热器、适合于连接至散热器的导热安装板、水冷块、将热带走的导热体等。术语“热连接”应当被解释为紧密连接以使得热被从所述电感器芯和 / 或线圈传输到所述热连接固定件。为确保所述电感器和所述第一外部热接收体之间的良好热传输，可在所述第一外部热接收体的表面和所述电感器和 / 或所述热连接固定件之间放置热传输胶以促进到所述第一外部热接收体的良好热传导。使用热传输胶的第二个原因是，该胶还减少来自所述电感器的振动的传递，所述振动可能来自所述电感器中的交变电流和磁场。

[0009] 因为该线圈被整合到该芯中，该芯将具有到该芯的良好热连接以使得该芯可将来自该线圈的热传导到例如该至少一个热连接固定件或直接到该热接收体。为了优化该线圈中生成的热的传输，重要的是，该线圈在该线圈的径向上具有良好的导热性以使得热被传导到该芯和 / 或热连接固定件。即，该导热性在该线圈的各线之间应当很高。也很重要是，在该线圈和该芯之间所需的电绝缘具有尽可能良好的导热性以便热被高效地从该线圈传导到该芯和 / 或该至少一个热连接固定件。

[0010] 通过本发明，该电感器可被有效冷却且现有技术的不足被减少或避免。因为该热连接固定件高效地散发热，该电感器可被制造得尺寸更小且可在更靠近其他装备的更小腔室内使用。

[0011] 进一步优选的是,所述至少一个热连接固定件被模塑到所述芯中,以优化该热连接固定件和该电感器芯之间的热连接以进而优化到该外部热接收体的热传导。

[0012] 进一步优选的是,所述芯具有一形状,所述形状适合于放大与所述电感器的至少底部侧之间的热连接表面并被调整为被放置在热接收体的平坦表面上,其中所述电感器的直径约为高度的至少两倍。通过与最优的圆环形状比而具有平坦的电感器,以及通过改造该电感器的底部侧以使得其可具有到该外部热接收体的最优热连接,从该电感器到该热接收体的导热性被进一步提升。

[0013] 根据本发明的一个方面,所述热连接固定件为沿所述电感器的中心轴凸出穿过所述电感器的中心的居中可拆卸安装的螺丝/杆或具有所述螺丝/杆。因为该电感器是“甜甜圈”形的且通常具有沿该中心轴的空隙,该“甜甜圈”中的“孔”可被用来例如通过穿过该孔的杆或螺丝来紧固该电感器。通过促进该螺丝/杆和该电感器之间的热连接以及通过使该螺丝与该外部热接收体热连接,该电感器将被该螺丝/杆冷却。该螺丝杆优选地被紧固在该外部热接收体中,将该电感器抵靠该外部热接收体按压。

[0014] 该热连接固定件还可以是填充该电感器中心的孔的结构,以使得其具有到该电感器芯和/或线圈的热连接。螺丝/杆随后可被置于该热连接固定件中间以紧固并按压该电感器和该热连接固定件到该第一外部热接收体。

[0015] 该热连接固定件优选地沿该电感器的中心轴跟随(after)磁场成形为例如沙漏形,以减少对该电感器的磁场的负面影响。该沙漏优选地适合于将螺丝/杆接收在中心内以紧固和按压该电感器和热连接固定件到该第一外部热接收体。

[0016] 根据本发明的进一步方面,该至少一个热连接固定件被整合到所述芯中,与所述线圈热连接。当该线圈生成热时,到该线圈的直接热连接将更有效地将热导走。减少热量因此被进一步提升,从而导致构造更小的电感器和/或在该电感器中使用更高的能量储量而不使该电感器过热的可能性。该热连接器可以例如被模塑到该芯中以便它们与该线圈接触。

[0017] 进一步优选的是,该电感器具有在环形地绕所述线圈的均匀间隔开的位置处的多个热连接固定件。所述固定件可将来自该线圈的热传导到该线圈的整个周围,从而优化与该线圈的每个连接区域的该线圈的热量减少。

[0018] 进一步优选的是,所述热连接固定件在所述线圈的切线方向上是薄的,以便对所述线圈的磁场呈现小横截面。该热连接固定件例如可以是来自金属片的切割部件、被模塑到该芯中、朝向该电感器的中心。以该方式,对该电感器磁属性的负面影响被减小。

[0019] 根据本发明的进一步方面,所述至少一个热连接固定件与第二外部热接收体热连接。该第二外部热接收体优选地被放置在该电感器的上侧上以与该电感器具有大的热连接面积。该热连接固定件此时与该第一和第二外部热接收体均热连接。

[0020] 该至少一个热连接固定件被进一步优选地适合于附接到所述第一外部热接收体并藉此将该电感器抵靠所述第一外部热接收体按压。该热连接固定件藉此非常简单地固定该电感器,传导来自该电感器的热,以及增加并确保该外部热接收体或该多个外部热接收体和该电感器之间的良好的热连接。

[0021] 根据本发明的进一步方面,所述热连接固定件是所述第一和/或第二外部热接收体的整合部分,所述一个或多个热接收体为外部散热器或冷却/安装板。该热连接固定件

可以从该芯被模塑或安装到的该外部热接收体凸出。该热连接固定件和该外部热接收体之间的热连接此时尽可能地好,因为它们被整合。用于组装该电感器的的工作量也被减少。

[0022] 根据本发明的又一方面,所述电感器的连接器线缆中的至少一个连接器线缆在通过冷却设备的热连接在其到所述芯的入口附近被冷却。这可例如通过散热器、空气冷却或液体冷却等来促进。因为该连接器线缆是该线圈的扩展且导线通常具有额外的热传导属性,所以冷却可以是高效的。对于高功率电感器,线圈的匝数更少,且导线更厚并且从而连接器线缆更厚(具有更大的横截面积)。冷却该连接器线缆从而对于高功率电感器更高效。

[0023] 根据本发明的又一进一步的方面,所述芯具有充当热传导固定件的至少一个整合的冷却管,其中所述一个冷却管/多个冷却管与所述线圈热连接且所述一个冷却管/多个冷却管适合于容纳用于将热自所述线圈传输到外部冷却器(即,外部热接收体)的流体流。该流体例如可以是液体冷却介质。液体冷却非常高效,其缺点是需要管、泵以及具有泄漏的风险。

[0024] 进一步优选的是,所述冷却管绕环形缠绕的所述线圈以螺旋超环形状缠绕,以获得与该线圈的大热接触面积。将冷却管绕该线圈缠绕促进热源(即线圈)处的冷却,且是相对简单的生产步骤,从而使被冷却电感器的生产便宜。因为该芯绕该线圈被模塑,所以对于该芯的生产不受太多影响。

[0025] 根据本发明的进一步方面,所述线圈具有至少一个整合冷却管,所述冷却管被放置在所述线圈横截面的中心中。通过将冷却整合在线圈中,该冷却高效得多,尽管对该电感器的磁属性的扰乱更大。然而,对于极高功率电感器,线圈中心的热可能很严重,且中心中的冷却通道因此可以非常高效且因此是有益的,因为该芯材料的渗透(saturation)的问题因一个管/多个管的空隙的引入而减少。

[0026] 根据本发明的进一步方面,所述芯具有一形状,所述形状适合于放大所述电感器的上侧和第二外部热接收体的表面之间的热连接表面,其中所述热连接固定件可按与上面描述的热连接到第一外部热接收体的方式类似的方式热连接到所述第二外部热接收体。第二外部热接收体将进一步增加该电感器的冷却,并且从而对于需要额外冷却的大电感器是优选的。

[0027] 当存在这两个外部热接收体时,优选的是,所述电感器的连接器线缆在侧面离开所述芯,以便不干扰附接于所述电感器的上侧和底部侧的热接收体。

[0028] 根据本发明的又一进一步的方面,所述至少一个热连接固定件是进一步技术产品的表面或腔或是所述表面或腔的一部分,其中所述芯被模塑到所述表面或腔上或内。该产品可以是用于电子器件的安装板等。通过将该电感器的芯模塑到该热连接固定件上或内,热连接将很良好。因为该热连接固定件(例如,腔)是产品的一部分,该电感器将最终在该产品中使用,所以,根据本发明的构思,进行进一步的组装步骤,使得该产品的制造更便宜,同时发热问题被高效地解决。

[0029] 在本发明的一个方面中,进一步优选的是,对于上面描述的本发明的所有方面,热连接固定件适合于在所述芯的模塑期间定位所述线圈。以此方式,在模塑期间的固定被解决,同时该线圈和该热连接固定件之间的良好热连接被促进。自然地,该线圈与该热连接固定件被薄绝缘件电绝缘,该薄绝缘件具有良好的导热性。

[0030] 根据本发明的进一步方面,该电感器是用于高于 2kHz、更优选地高于 3kHz、最优

选地高于 6kHz 的切换频率的扼流装置 (choke)。该电感器进一步优选地在高于 0.2J 的能量储量处使用。

[0031] 一般而言,权利要求书中所使用的所有术语将根据其在本技术领域中的其普通含义来解释,除非在本文中明确地另外定义。对“一 / 一个 / 该 [元素、设备、组件、装置、步骤等]”的所有引用将被开放式地解释为引用所述元件、设备、组件、装置、步骤等的至少一个实例,除非明确地另外说明。

附图说明

[0032] 本发明的以上目标以及附加目标、特征和优点通过结合附图参考一下的说明性且非限制性的对本发明的优选实施方式的详细描述将被更完整的领会,在附图中:

[0033] 图 1 是本发明的电感器的立体剖视图,其中热连接固定件是在电感器中心的螺丝,该固定件将热传导到外部热接收体并将电感器朝外部热接收体按压。

[0034] 图 2 是本发明的电感器的立体剖视图,其中热连接固定件由螺丝和被置于电感器中心的中心导热体构成,该固定件将热传导到外部热接收体并将电感器和中心导热体朝外部热接收体按压。

[0035] 图 3 是根据图 2 的电感器和热连接固定件的立体剖视图,其中导热体的中心导热体沿着来自线圈的磁场的方向成形并因此具有沙漏形状。

[0036] 图 4a 是本发明的电感器的立体图,其中热连接固定件由与线圈直接连接且适合于与底部第一外部热接收体处于热连接地被接收的多个导热体构成。所述导热体在线圈的切线方向上被成形得很薄以对来自线圈的磁场呈现小的横截面。

[0037] 图 4b 是图 4a 的实施方式的横截面视图,具有以下更改:线圈具有方形横截面而不是圆形横截面。

[0038] 图 5a 是本发明的电感器的立体图,其中热连接固定件由与线圈直接连接且适合于与底部第一外部热接收体处于热连接地被接收的多个导热体构成。所述导热体在线圈的切线方向上被成形得很薄以对来自线圈的磁场呈现小的横截面。所述导热体被定向为朝下且朝向电感器的侧面。芯(未示出)随后绕线圈和导热体/热连接固定件被模塑。

[0039] 图 5b 是图 5a 的实施方式的立体视图,其增加了向上导热以适合于由上方的第二外部热接收体接收的导热体。

[0040] 图 5c 是图 5a 的实施方式的立体图,其中导热体与底部第一外部热接收体热连接且适合于被集成到芯中。芯(未示出)随后绕线圈和导热体/热连接固定件被模塑。

[0041] 图 6 是本发明的电感器的横截面视图,其中热连接固定件是附接于电感器的连接器线缆的导热体,所述热连接固定件将热从连接器线缆引导到第一和第二外部热接收体。电感器被用中心螺丝紧固到外部热接收体,该螺丝还是将热传导到热接收体的热连接固定件。

[0042] 图 7a 是本发明的电感器的横截面视图,其中热连接固定件是附接于电感器的连接器线缆的导热体,所述热连接固定件将热从连接器线缆引导到第一和第二外部热接收体。电感器被用中心螺丝紧固到外部热接收体,该螺丝还是将热传导到热接收体的热连接固定件。该电感器还具有环形均匀放置的导热体,诸如在图 4a 中,所述导热体将线圈连接至底部/第一外部热接收体。

[0043] 图 7b 是没有螺丝的根据图 7a 的电感器的横截面视图,其具有将线圈热连接到底部 / 第一热接收体和上部 / 第二热接收体的热连接器。

[0044] 图 7c 是本发明的电感器的横截面视图,其中热连接固定件是附接于电感器的连接器线缆的导热体,所述热连接固定件将热从连接器线缆引导到第一和第二外部热接收体。该电感器被紧固到具有穿过中心放置的导热体的中心螺丝的外部热接收体,中心放置的导热体将热传导到热接收体。

[0045] 图 7d 是根据图 7a 的电感器的横截面视图,其具有也在线圈和上部 / 第二热接收体之间的导热体。

[0046] 图 8 是本发明的电感器的横截面视图,其中热连接固定件是该电感器被模塑 / 放置于其中的产品。

[0047] 图 9a 是本发明的电感器的横截面视图,其中热连接固定件是该电感器被模塑 / 放置于其中的产品,且其中进一步的热连接固定件以与线圈和作为产品的热连接固定件热连接方式,如在图 4a 中所示的环形地均匀放置的导热体的形式存在。

[0048] 图 9b 是根据图 9a 的电感器的横截面视图,其具有居中放置的螺丝以用于紧固电感器并传导来自电感器的中心的热。

[0049] 图 10 是具有用于绕线圈的流体的冷却管线的电感器的剖视立体图。

[0050] 图 11 是具有用于在线圈内部流动的流体的冷却管线的电感器的剖视立体图。

[0051] 图 12 是根据现有技术的最优电感器的剖视立体图。

具体实施方式

[0052] 参考图 1 的实施方式 1

[0053] 当能量储量达到特定点时,由于导线过热从而导致急剧降低的效率、绝缘材料的减少的寿命或绝缘材料击穿,因此制造具有集成线圈的电感组件成为问题。

[0054] 在此类情况下,本发明包括第一实施方式,其使用软磁性可模塑材料,将环形缠绕线圈 2 完全嵌入在具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 的热导率 (更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$, 最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) 的芯 3 材料内,在线圈和芯材料之间创建直接热耦合,该芯材料充当传导来自所述线圈 2 的热体的导热体。第一实施方式进一步包括调整软磁性可模塑材料的底部表面区域 5 的形状,增大该芯的形成环形形状的表面以使其可以与更大的冷却区域具有热接触。另外的最优的芯 3 形状是沿着由线圈所生成的磁通量的超环 (toroidal) 形,其节省材料 / 成本,减少重量和空间 (如在专利申请 EP12184479.9 中所解释并在现有技术图 12 中所描绘的)。而且,电感器 1 的形状被设置成具有的直径比高度大,优选地直径与其高度相比大致等于或超过两倍。这使得来自电感器的底部侧 5 的冷却由于从线圈的热点的中心到电感器的外部表面的短的距离而非常优选。

[0055] 电感器的底部表面 5 被放置在由高导热材料制成的外部热接收体 4 上,该高导热材料不导致电感加热效应或导致可忽略的电感加热效应。其可以是非磁性材料或具有低导电性的磁性材料。

[0056] 最优地,电感器 1 的底部表面 5 应当完全平坦,具有低表面粗糙度,以便与上面安装该电感器的外部热接收体 4、17 实现直接热耦合。此外部热接收体例如可以是安装板 17 或散热器 4,其优选地由铝或氧化铝制成,且可以被气体冷却或液体冷却的。外部热接收体

4、17 的表面也应当是完全平坦的。与外部热接收体 4 的这种直接热耦合最大化从电感器到所述外部热接收体的热传输。为了确保所述直接热耦合,在电感器 1 的整个表面区域上其最优地应当被朝外部热接收体按压。这可通过首先在芯 3 的中心中创建腔 / 孔来容易地实现。导热安装螺丝 10(其充当热连接固定件)随后被插入穿过该腔 / 孔并进入外部热接收体中并以足够的扭矩紧固以确保这两个表面基本上直接接触(参见图 1)。此单个安装螺丝 10 还允许快速且简单的组装。为了进一步确保电感器和冷却体之间良好的热传导属性,热传输胶可被置于表面之间。这种添加的额外益处是减少或除去从电感器中的交变电流带来的振动。

[0057] 参考图 2 和图 3 的实施方式 2

[0058] 本发明还包括第二实施方式,其带来甚至更高效的冷却属性,从而使得电感器单元 1 的设计能具有甚至更高的能量储量和 / 或电感器的更高的效率(取决于技术要求)。先前在实施方式 1 中描述的所有元素均适用于此第二实施方式。

[0059] 第二实施方式进一步包括高导热热连接固定件 1 的整合或模塑,其不带来电感加热效应或带来可忽略的电感加热效应。这可以是非磁性材料或具有低导电性的磁性材料。将导热体整合或模塑到芯 3 材料中与仅使用 SMC 芯材料相比显著提升了热传输能力。这可通过在模塑电感器之前将中心高导热杆 11(其充当热连接固定件)放置在模具的中心中来实现。芯材料随后绕线圈 2 和杆 11 两者被模塑(参见图 2 和 3)。该杆随后被机械连接至外部热接收体 4,其中其可充当导热体,把来自电感器的中心部分的热传导到外部热接收体中,该中心部分通常是电感器的最热的部分。

[0060] 中心杆 11 被最优地设置形状以便尽可能少地扰乱通量路径和芯材料,同时最大化可导热的路径,其优选地被设置为沙漏形(参见图 3 和图 7)。在其它方面,电感器 1 的安装可以按照与上面在实施方式 1 中解释的方式相同的方式,将第一热连接固定件(即,安装螺丝)穿过第二热连接固定件(即,整合或模塑的杆)放置。

[0061] 参考图 4 和图 5 的实施方式 3

[0062] 本发明还包括第三实施方式,其带来甚至更高效的冷却属性,从而使得电感器单元的设计能具有甚至更高的能量储量和 / 或电感器的更高的效率(取决于技术要求)。先前在实施方式 1 中描述的所有元素均适用于此第三实施方式。

[0063] 此第三实施方式进一步包括整合或模塑一个或多个热连接固定件 13-17 以在电感器中的特定点处直接抵靠线圈 2 被放置(参见图 4a、4b、5a-5c)。这些热连接固定件可用任何非磁性高导热材料制成,如在实施方式 2 中所解释的,其具有比基于 SMC 的芯材料显著更好的导热性,优选地为铝或氧化铝。与仅适用 SMC 材料或软磁性可模塑材料作为芯材料相比,这将显著提升电感器 1 的热传输能力。这可通过先将热连接固定件 13-17 放置到模具中,然后将线圈放置到模具中,并随后将所有模塑到该电感器的结构内来实现。

[0064] 更重要的是,这些热连接固定件 13-17 在切线方向上很薄,从而尽可能少地扭曲磁通量路径,同时确保到线圈 2 的足够的热连接(参见图 4a、4b、5a-5c)。由于其较高的导热性,这些热连接固定件 13、14 将充当电感器的结构内的朝外部热接收体传热的主要热传输点,而芯材料充当辅助导热体。因此,重要的是,所有热连接固定件 13-17 和芯材料底部表面 5 都与外部热接收体 4 直接连接以便将热从电感器 1 传导所述第一外部热接收体 4。这特别适用于热连接固定件 13-17。在其它方面,电感器 1 的模塑可以与上面在实施方式 1

中解释的方式相同的方式。

[0065] 替换地,根据此实施方式,上面描述的热连接固定件 13-17 可以是单个更大的平坦的热连接固定件(即,底部安装板)的整合部件,其稍后被直接放置在外部热接收体上(参见图 5c)。安装板也可与外部热接收体整合。在生产期间,先把此整合的热连接固定件 13-17 放置在模具中,然后才把线圈放入模具以及在模塑电感器(参见图 4a、4b、5a-5c)。与第一替代方案相比,此替代方案确保了导热固定件和外部热接收体之间更大的连接面积。直接在平坦的热连接固定件上模塑还确保了芯材料和热连接固定件之间的最大热连接。在其它方面,该电感器的模塑可以与上面在实施方式 1 中解释的方式相同的方式。

[0066] 根据此第三实施方式的热连接固定件 13-17 还可具有以下吸引人的技术益处:成为该线圈在模具内的安装固定件以确保其在电感器 1 的结构内的精确位置。正确地定位线圈 3 可对电感器 1 的性能和容差具有显著影响。这在生产 SMC 电感器时呈现出技术挑战并且原本需要独立的生产步骤。

[0067] 参考图 6 和图 7 的实施方式 4

[0068] 本发明还包括第四实施方式,其带来甚至更高效的冷却属性,从而使得电感器单元的设计能具有甚至更高的能量储量和/或电感器 1 的更高的效率(取决于技术要求)。先前在实施方式 1 中描述的所有元素均能适用于此第四实施方式。

[0069] 此实施方式进一步包括按照在实施方式 1 中描述的方式类似的方式还调整电感器的顶部表面区域 6,其中该至少一个热连接固定件 11-12 被改造为连接至第一 4 和第二 5 外部热接收体两者以便将来自电感器 1 的热传导至所述第一 4 和第二 5 外部热接收体。

[0070] 以下也是此实施方式的一部分:电感器的连接线缆 7 被从电感器的环形侧取出,从而允许从电感器的顶部和底部两侧的直接热连接 18。

[0071] 这两个外部热接收体 4、5 也可被用作电感器 1 的安装固定件。在这些情况下,固定电感器的整个表面和两个外部热接收体之间的直接热耦合所需的压力也可用与在实施方式 1 中描述的方法不同的其他机械方法来实现,从而将电感器按压在这两个外部热接收体之间。最优地,如在实施方式 1 中描述的安装可被用于将热连接固定件(即安装螺丝 10)连接至两个热接收体。

[0072] 为了进一步确保电感器 1 和散热器体之间的导热性,热传输胶可被置于两者之间。具有这种添加物的附加益处是减少或除去从电感器 1 中的交变电流产生的振动。散热器体可以被气体冷却或液体冷却。

[0073] 取决于能量储量、电感器 1 的冷却需求和/或所需效率等级,还可能引入如在实施方式 2 或 3 中所解释的相应地连接到两个热接收体的热连接固定件 11-21(参见图 6-7d)。

[0074] 取决于能量储量、电感器 1 的冷却需求或所需效率等级,连接线缆 7 也可连接至靠近连接线缆 7 到电感器的入口的外部热接收体。这在电感器与其能量储量相比具有少量的匝数(即,低电感)时特别有吸引力。此额外的热接收体可被容易地连接到如在实施方式 1 和 4 中描述的同样的一个/多个外部热接收体。

[0075] 参考图 8 和图 9 的实施方式 5

[0076] 本发明还包括第五实施方式,其带来甚至更高效的冷却属性,从而使能具有甚至更高的能量储量和/或更高效率的电感器 1(取决于技术需求)的电感器单元设计。

[0077] 此第五实施方式还需要使用软磁性可模塑材料,其将环形缠绕线圈完全嵌入在芯

3 材料内, 该材料具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}^*\text{K}$ (更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}^*\text{K}$, 最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}^*\text{K}$) 的导热率, 从而创建线圈 2 和芯材料 3 之间的直接热耦合, 该芯材料充当传导来自所述线圈 2 的热热的导热体。

[0078] 此实施方式进一步包括在高导热材料上创建表面或腔 22, 该高导热材料不导致电感加热效应或导致可忽略的电感加热效应。这可以是非磁性材料或具有低导电率的磁性材料。

[0079] 该表面或腔旨在成为进一步技术产品 22 的整合部分 (参见图 8-9b)。电感器 1 随后被直接模塑到表面或腔上 / 内, 从而使得该进一步的技术产品为用于该电感器的热连接固定件。该表面或腔还可包括如在实施方式 2 和 3 中解释的热连接固定件 23 (参见图 9a 和 9b)。

[0080] 在该进一步的技术产品内的表面或腔在此情况下用于三个重要的技术用途。

[0081] 第一, 当该电感器的芯 3 材料被直接模塑在该进一步的技术产品 22 上 / 内时, 该进一步的技术产品内的表面或腔 22 充当与该电感器的芯 3 材料直接热连接的热连接固定件。因此, 芯 3 材料与至少一个表面 (如与平坦平面) 具有热接触, 优选地与来自除了一侧之外的所有侧 (如被模塑到腔内时) 的表面具有热接触。这些热连接固定件 22、23 通常机械连接至外部结构, 该外部结构可充当外部热接收体。此热连接固定件 22、23 本身也可充当外部热接收体。当这些热连接固定件也充当外部热接收体时, 它们通过增加该电感器的热辐射表面 (该表面可被液体冷却或气体冷却) 来实现这一点。

[0082] 第二, 在热连接固定件 22、23 被成形为腔的情况下, 该腔成为电感器 1 的最终模具, 从而除去了耗时且昂贵的生产步骤和模具处理。如果存在凸出的热连接固定件 23, 则这些热连接固定件还用于在模塑期间, 在促进线圈和热连接固定件之间的紧密连接的同时, 将线圈保持在合适位置。

[0083] 第三, 这些热连接固定件 22、23 固定强机械结构并除去了对将电感器 1 机械安装在例如独立的安装板上的需要。

[0084] 参考图 10 的实施方式 6

[0085] 本发明还包括第六实施方式, 其带来甚至更高效的冷却属性, 从而使能具有甚至更高的能量储量和 / 或更高效率的电感器 1 (取决于技术需求) 的电感器单元设计。

[0086] 此第六实施方式还需要使用软磁性可模塑材料, 其将环形缠绕线圈完全嵌入在芯 3 材料内, 该材料具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}^*\text{K}$ (更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}^*\text{K}$, 最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}^*\text{K}$) 的导热率, 从而创建线圈 2 和芯材料 3 之间的直接热耦合, 该芯材料 3 充当传导来自所述线圈 2 的热热的导热体。

[0087] 此实施方式包括将一个或多个冷却管 24 (其充当热连接固定件 24) 放入芯内, 优选地非常靠近线圈 2。最优地, 冷却管 24 是柔性的且超环地绕线圈 2 的至少一部分缠绕。冷却管 24 被构造成在其横截面内具有中空空间, 从而使得液体能够连续地流过所述冷却管进入外部热接收体以有效地提取由线圈和芯损耗所生成的热。冷却管 24 最优地从与连接线缆 7 在相同位置的结构被引出以便尽可能少地影响磁通量路径。因为冷却管大致与通量路径在相同方向上缠绕, 所以它们将对电感器单元 1 的通量路径和电感属性具有最小的影响。此电感器 1 通过在线圈被用冷却管超环缠绕之后在模具内正确定位线圈来实现。软磁性可模塑材料随后被放入模具内, 从而将线圈和冷却管模塑为一个单个的电感器单元。

[0088] 参考图 11 的实施方式 7

[0089] 本发明还包括第七实施方式,其带来甚至更高效的冷却属性,从而使能具有甚至更高的能量储量和 / 或更高效率的电感器 1 (取决于技术需求) 的电感器单元设计。

[0090] 此第七实施方式还需要使用软磁性可模塑材料,其将环形缠绕线圈完全嵌入在芯 3 材料内,该材料具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ (更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$,最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) 的导热率,从而创建线圈 2 和芯材料 3 之间的直接热耦合,该芯材料 3 充当传导来自所述线圈 2 的热导热体。

[0091] 一旦达到特定的能量储量, H- 场强度也开始成为问题且渗透芯材料,从而导致电感器 1 的电感的下降和增加的损耗。这是因为当线圈 2 的周长随着线圈的半径线性增加时, 载运电流的面积按平方增加。当这种高的能量储量在电感器 1 中达到时,冷却掉在线圈 2 的中心中生成的损耗也是挑战。解决这两个挑战的一种解决方案是在线圈 2 内部引入腔,从而减少了 H- 场强度。这些腔最优地通过在线圈 2 的切线方向上整合一个或多个冷却管 25 来创建,所述管 25 充当热连接固定件,在该线圈的横截面的中心内部 (参见图 11)。冷却管 25 被构造成在其横截面内具有中空空间,从而使得液体能够连续地流过所述冷却管且进入外部热接收体以有效地提取由线圈损耗所生成的热。这些冷却管 25 可由聚合物材料或薄的不锈钢管制成。替换地,也可使用铜管来达到相同效果。

[0092] 实施方式列表

[0093] 1. 一种具有线圈 (2) 和芯 (3) 的电感器 (1), 其中

所述芯 (3) 由软磁性复合物 (SMC) 制成,

所述线圈 (2) 由环形缠绕的电导体构成,

所述线圈 (2) 被基本整合到所述芯 (3) 内以使得所述芯 (3) 材料充当传导来自所述线圈 (2) 的热导热体,所述导热体具有高于 $1.5\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、更优选地高于 $2\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、最优选地高于 $3\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 的导热率,

其中所述电感器 (1) 与至少一个热连接固定件 (10-25) 热连接,

其中所述至少一个热连接固定件 (10-25) 适合于连接至第一外部热接收体 (4) 以便将来自所述电感器的热传导至所述第一外部热接收体 (4)。

[0094] 2. 如实施方式 1 所述的电感器 (1), 其中所述至少一个热连接固定件 (10-17、19-25) 被模塑到所述芯 (3) 中。

[0095] 3. 如前述实施方式中任一项所述的电感器 (1), 其中所述芯 (3) 具有适合于放大在所述电感器 (1) 的至少底部侧和热接收体 (4) 的平坦平面之间的热连接表面 (5) 并被调整为被放置在热接收体 (4) 的平坦平面上的形状,

其中所述电感器 (1) 的直径约为高度的至少两倍。

[0096] 4. 如实施方式 1-3 中任一项所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件 (10-12) 为沿所述电感器 (1) 的中心轴凸出穿过所述电感器 (1) 的中心的居中可拆卸安装的螺丝 / 杆 (10) 或具有所述螺丝 / 杆。

[0097] 5. 如实施方式 1-4 所述的电感器, 其中所述热连接固定件 (13) 沿所述电感器 (1) 的中心轴跟随磁场被成形。

[0098] 6. 如实施方式 1-2 中任一项所述的电感器 (1), 其中所述至少一个热连接固定件 (10-17、19-25) 被整合到所述芯 (3) 中, 与所述线圈 (2) 热连接。

[0099] 7. 如实施方式 6 所述的电感器 (1), 其具有在环形地绕所述线圈 (2) 的均匀间隔开的位置处的多个热连接固定件 (13-17、20、21、23、24)。

[0100] 8. 如实施方式 7 所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件 (13-17、20、21、23、24) 在所述线圈 (2) 的切线方向上是薄的, 以便对所述线圈 (2) 的磁场呈现小的横截面。

[0101] 9. 如前述实施方式中任一项所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件 (10-17、19-23) 适合于附接于所述第一外部热接收体 (4) 并藉此抵靠所述第一外部热接收体 (4) 按压所述电感器 (1)。

[0102] 10. 如实施方式 6-10 中任一项所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件 (17、22) 是所述第一外部热接收体 (4) 的整合部分, 所述热接收体为外部散热器或冷却 / 安装板。

[0103] 11. 如前述实施方式中任一项所述的电感器 (1), 其中所述电感器 (1) 的连接器线缆 (7) 中的至少一个连接器线缆 (7) 在通过冷却设备的热连接 (18) 在连接器线缆 (7) 到所述芯 (3) 内的入口附近被冷却。

[0104] 12. 如实施方式 1 或 2 所述的电感器 (1), 其中所述芯 (3) 具有至少一个整合的冷却管 (24), 其中一个 / 多个所述冷却管 (24) 与所述线圈 (2) 热连接且所述冷却管 (24) 适合于容纳用于传输来自所述线圈 (2) 的热流体流。

[0105] 13. 如实施方式 12 所述的电感器 (1), 其中所述冷却管 (24) 绕环形缠绕的所述线圈 (2) 以螺旋超环形状缠绕。

[0106] 14. 如实施方式 1 或 2 所述的电感器 (1), 其中所述线圈 (2) 具有至少一个整合冷却管 (25), 一个 / 多个所述冷却管 (25) 被放置在所述线圈 (2) 横截面内。

[0107] 15. 如前述实施方式 1-11 中任一项所述的电感器 (1), 其中所述芯 (3) 具有适合于放大所述电感器 (1) 的上侧和第二外部热接收体 (5) 的表面之间的热连接表面 (6) 的形状,

其中所述热连接固定件 (10-25) 可按与根据实施方式 1-11 的到第一外部热接收体 (4) 的热连接方式类似的方式热连接到所述第二外部热接收体 (5)。

[0108] 16. 如实施方式 14 或 15 所述的电感器 (1), 其中所述电感器 (1) 的连接器线缆在侧面离开所述芯 (3), 以便不干扰附接于所述电感器的上侧 (6) 和底部侧 (5) 的热接收体。

[0109] 17. 如前述实施方式中任一项所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件是所述外部热接收体的整合部分或附接于所述外部热接收体, 且所述热连接固定件 (22、23) 是进一步的技术产品的表面或腔或是所述表面或腔的一部分, 其中所述芯 (3) 被模塑到所述表面或腔上或内。

[0110] 18. 如前述实施方式 6-10 或 17 中任一项所述的电感器 (1), 其中所述热连接固定件 (13-17、20、21、23) 适合于在所述芯 (3) 的模塑期间定位所述线圈 (2)。

[0111] 19. 根据前述实施方式中任一项所述的电感器 (1) 的用途, 其中所述电感器 (1) 是用于在高于 0.2J 的能量储量处使用的高于 2kHz、更优选地高于 3kHz、最优选地高于 6kHz 的切换频率的扼流装置 (choke)。

[0112] 20. 根据前述实施方式中任一项所述的电感器 (1) 的用途, 其中所述电感器在高于 25 安培 (rms) 的电流时使用。

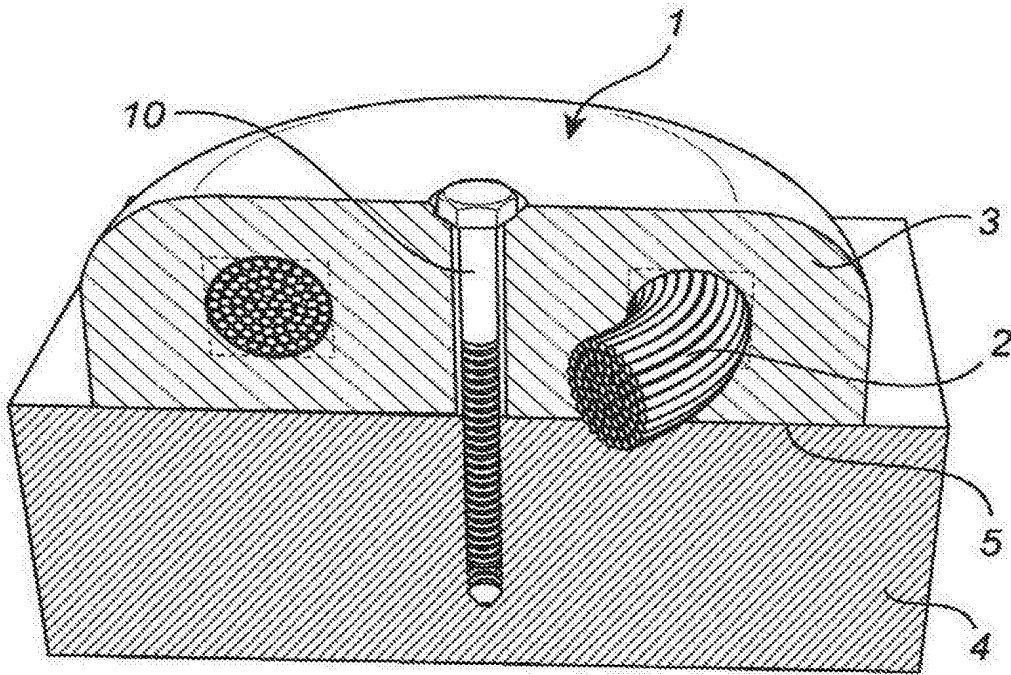


图 1

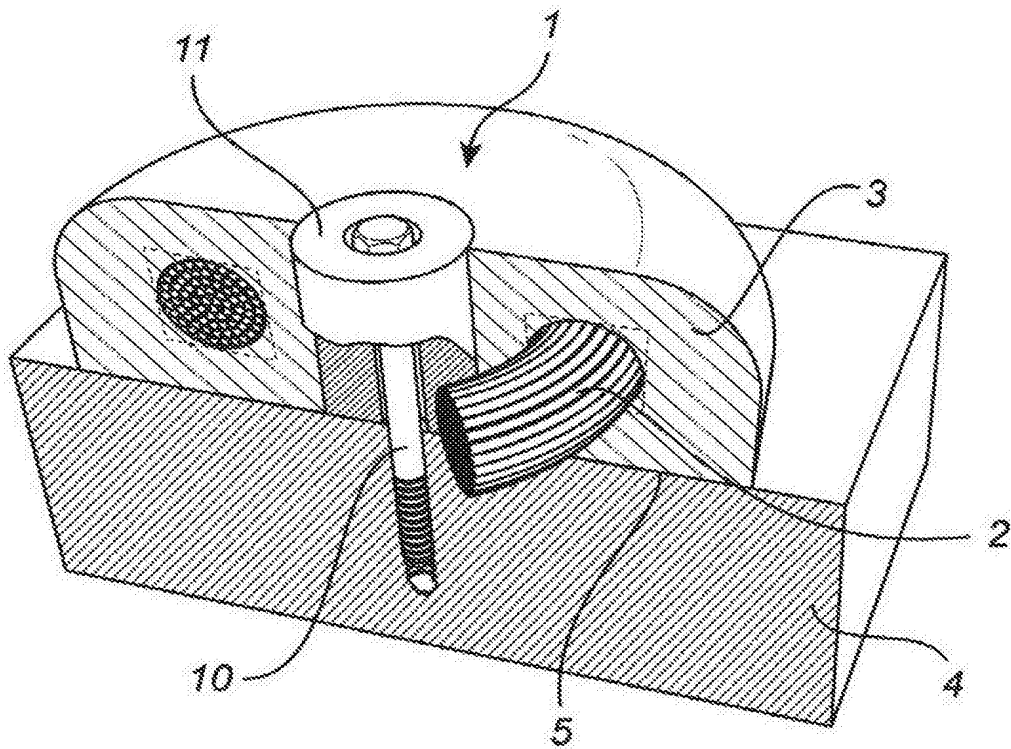


图 2

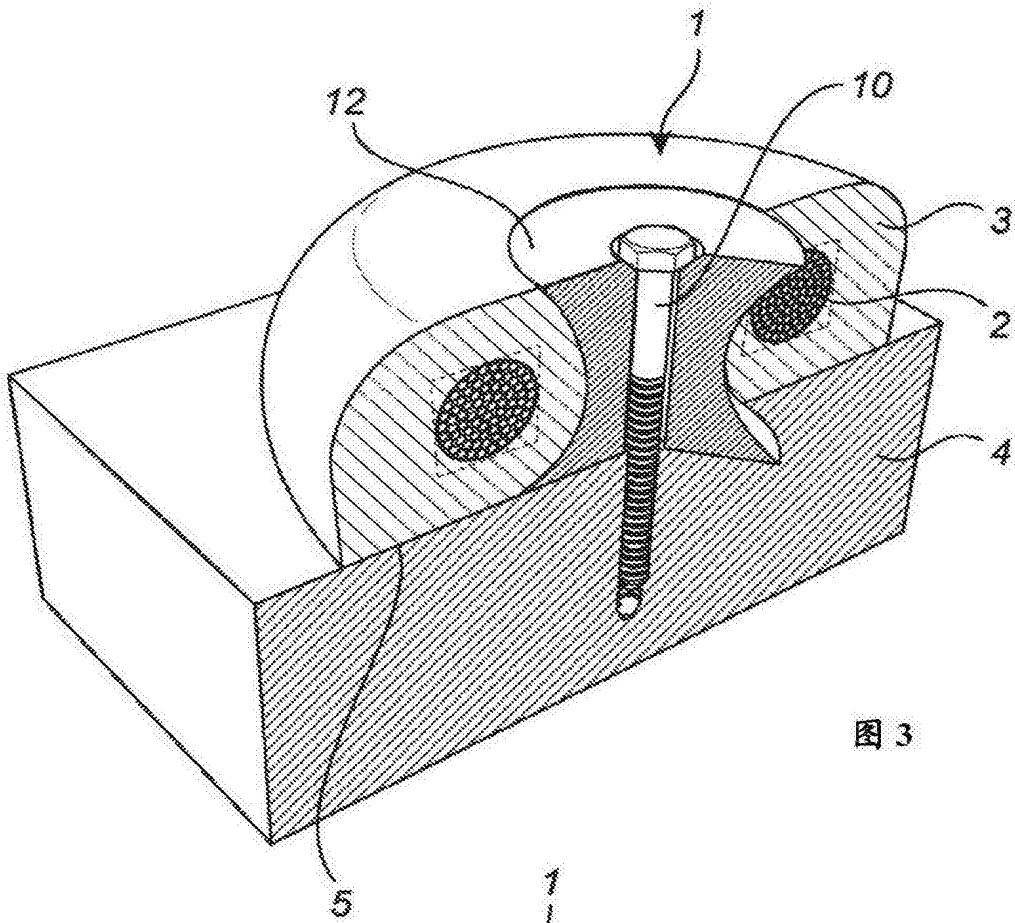


图 3

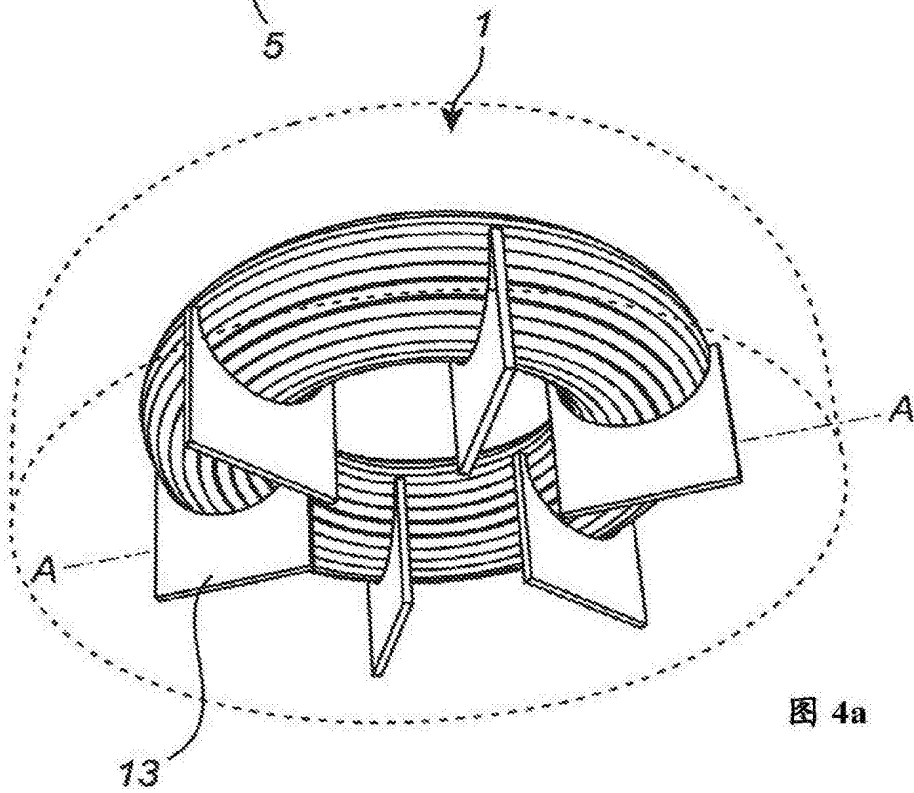


图 4a

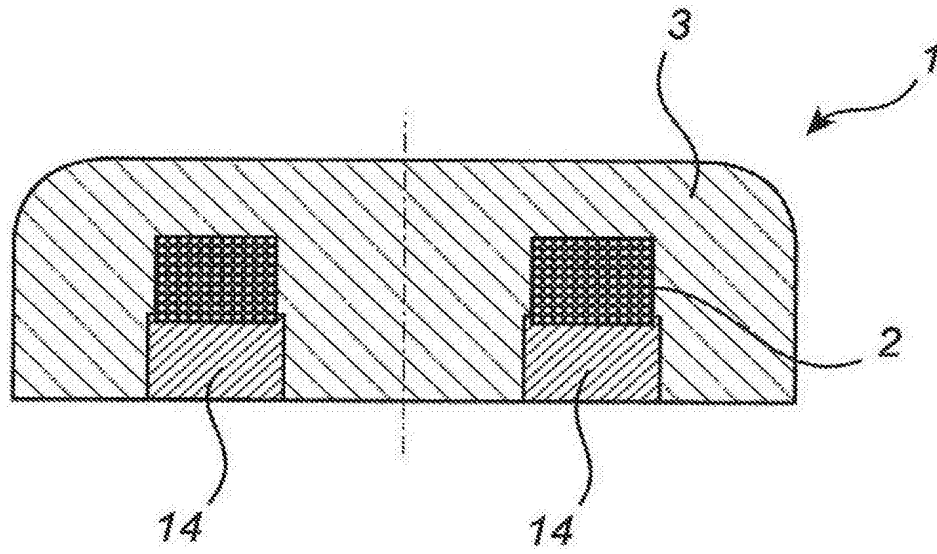


图 4b

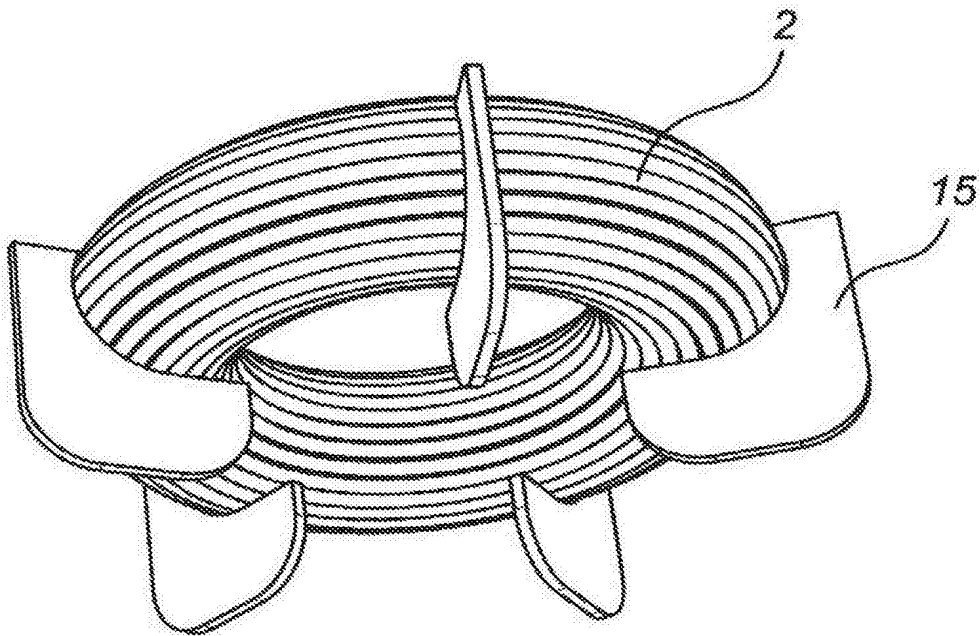


图 5a

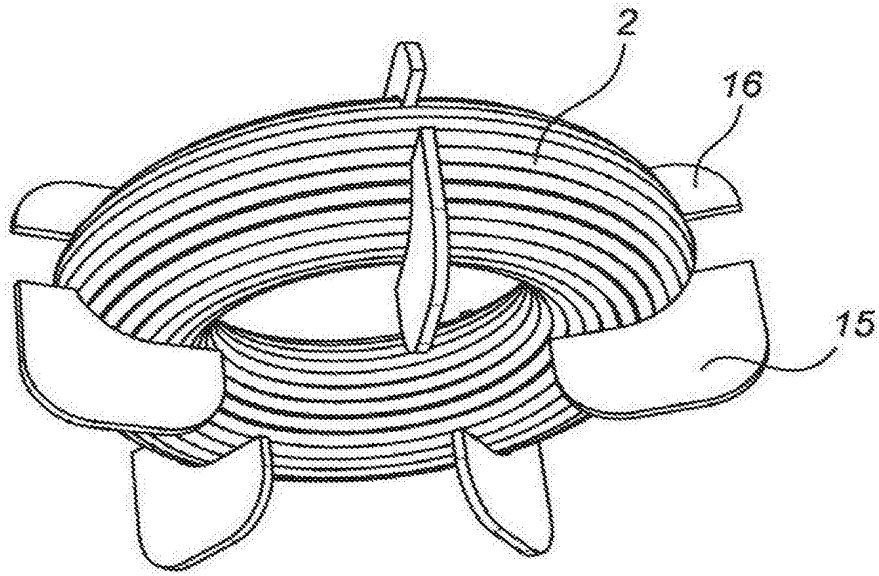


图 5b

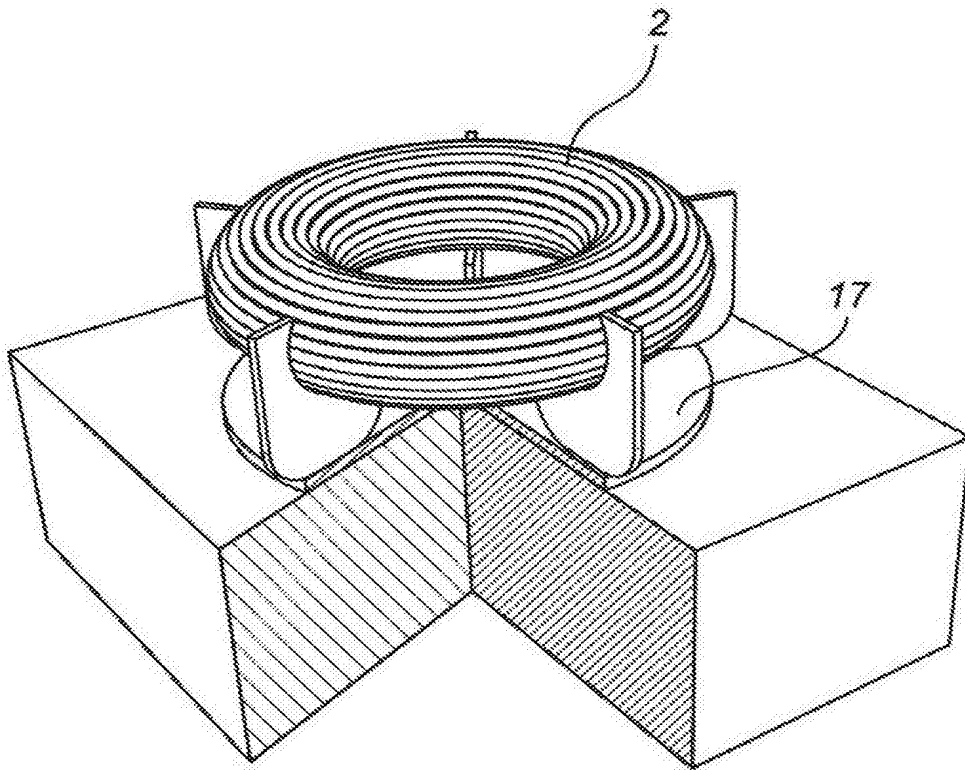


图 5c

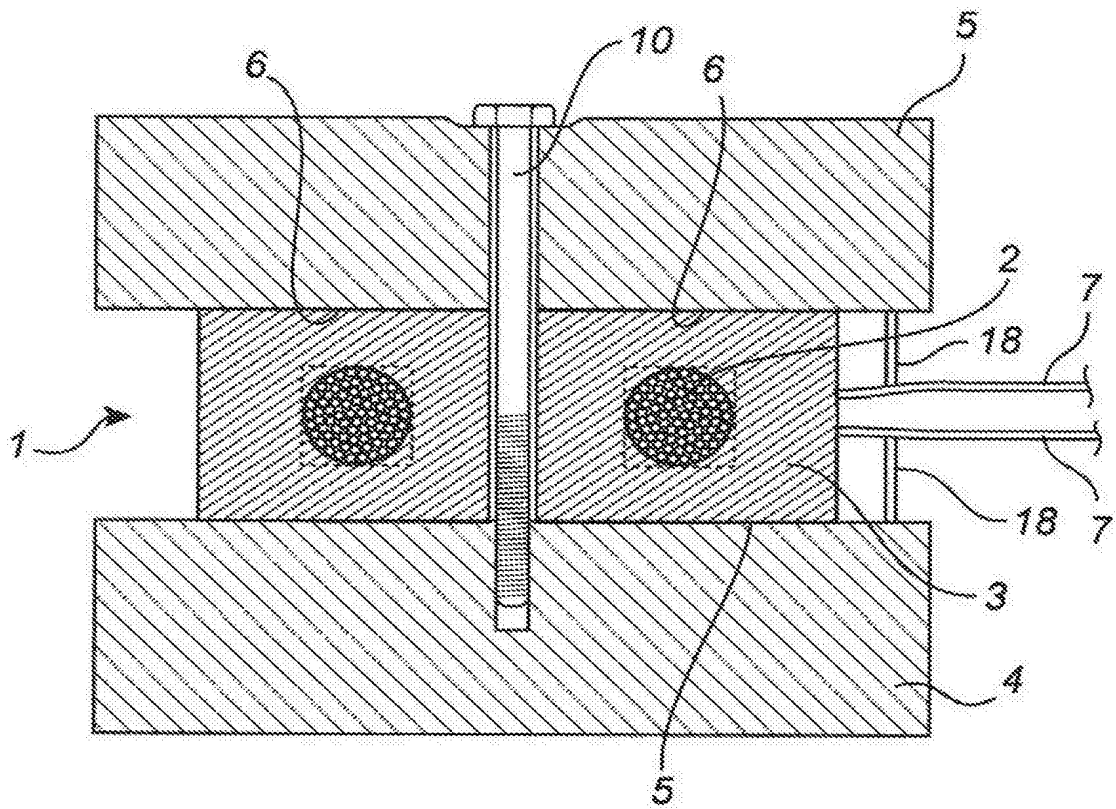


图 6

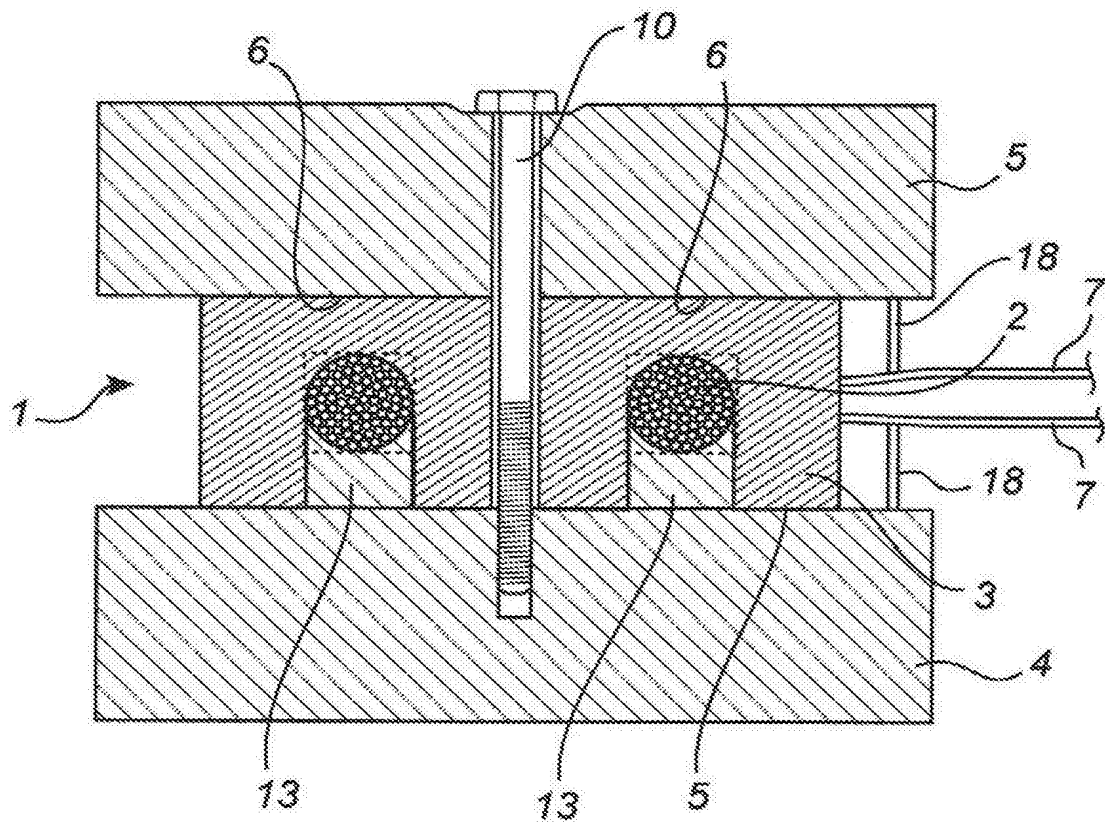


图 7a

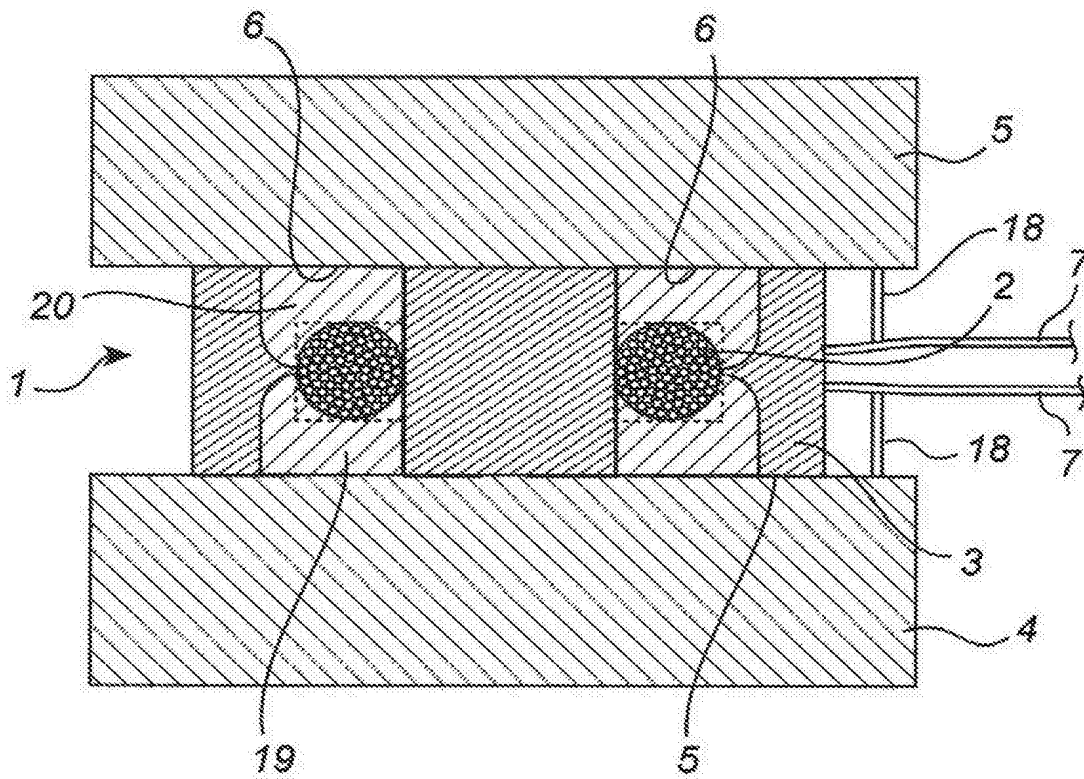


图 7b

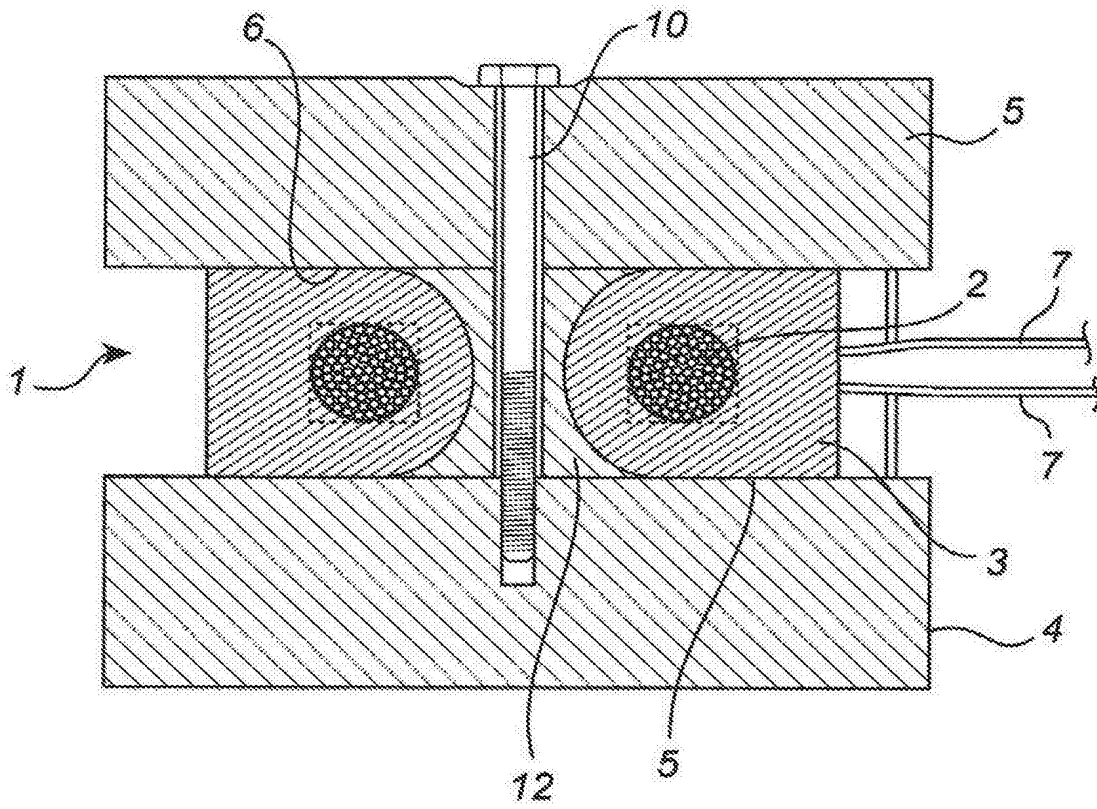


图 7c

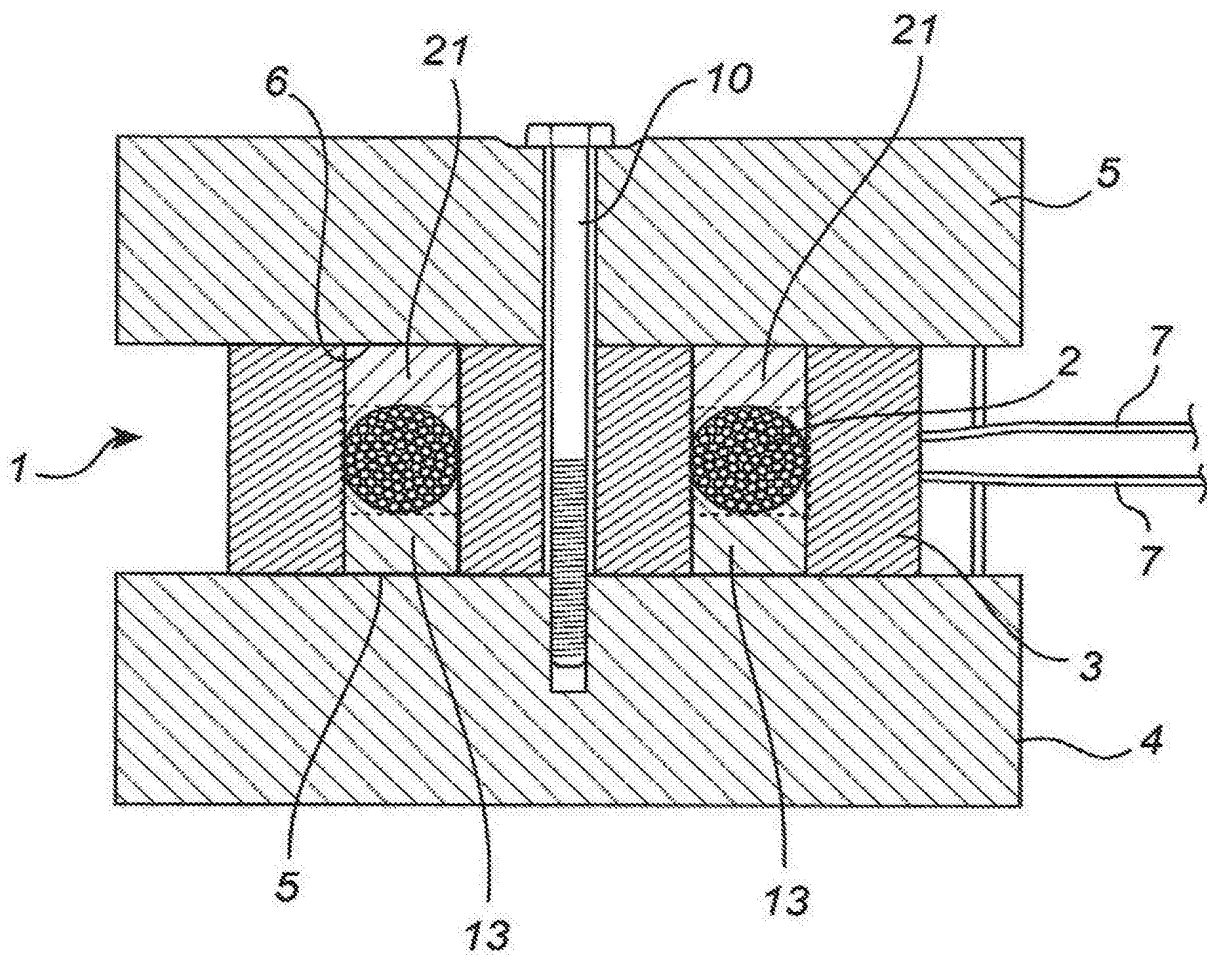


图 7d

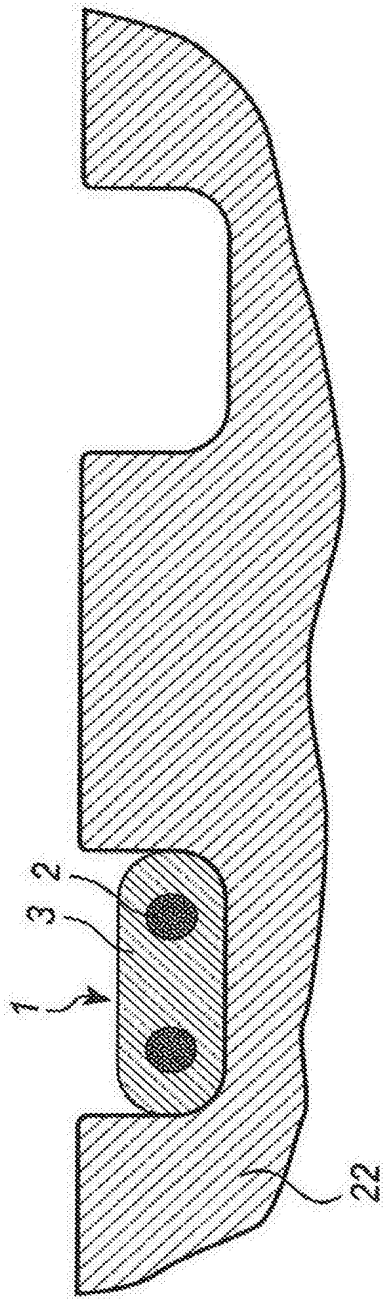


图 8

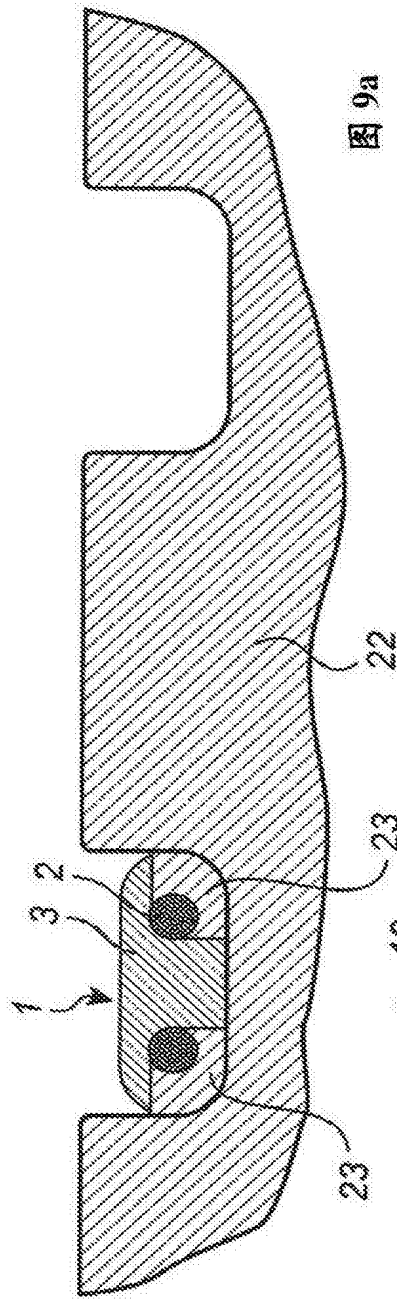


图 9a

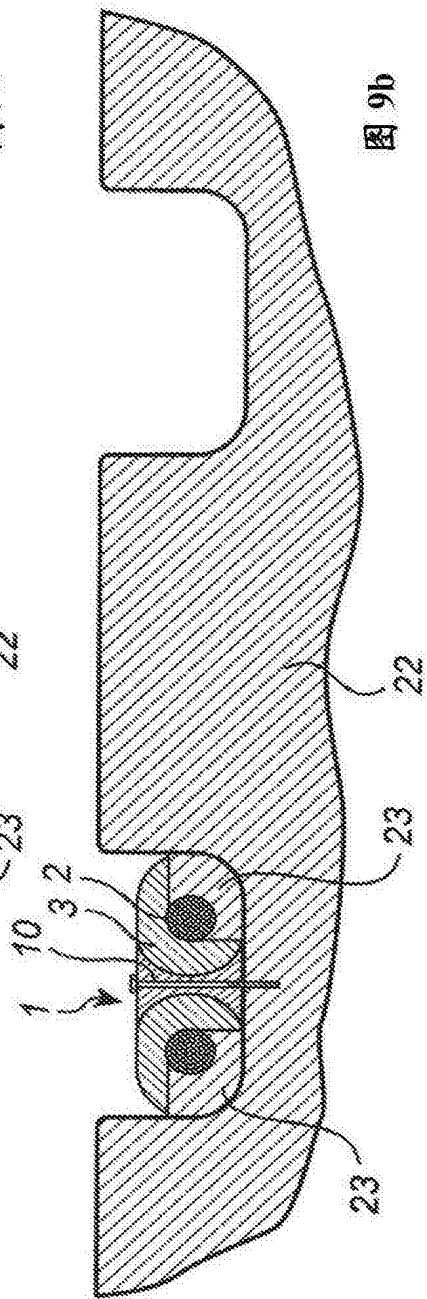


图 9b

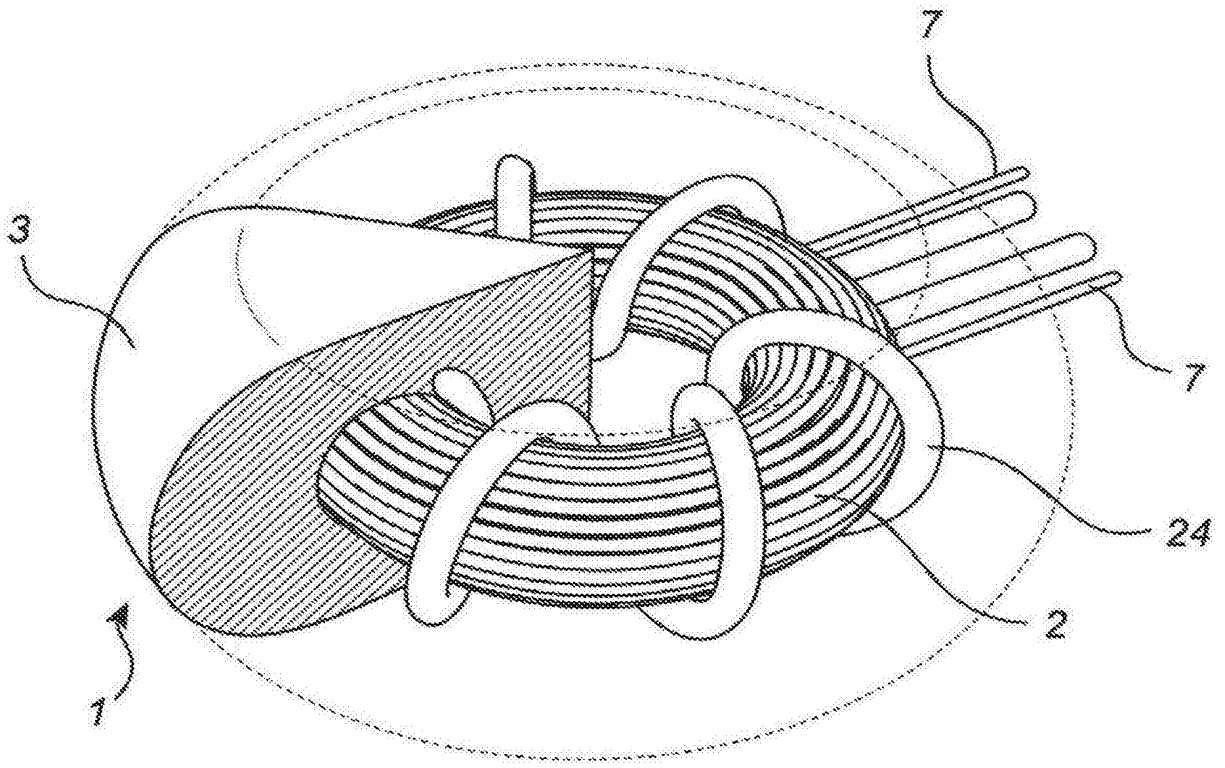


图 10

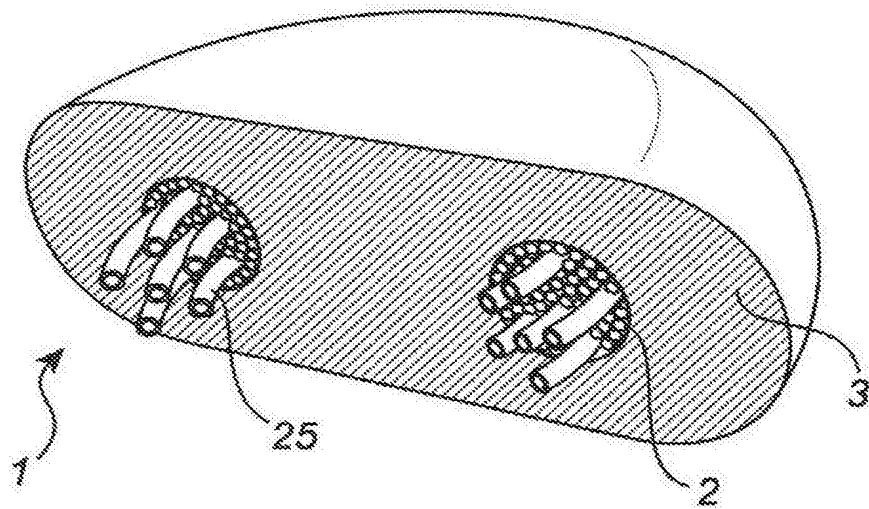
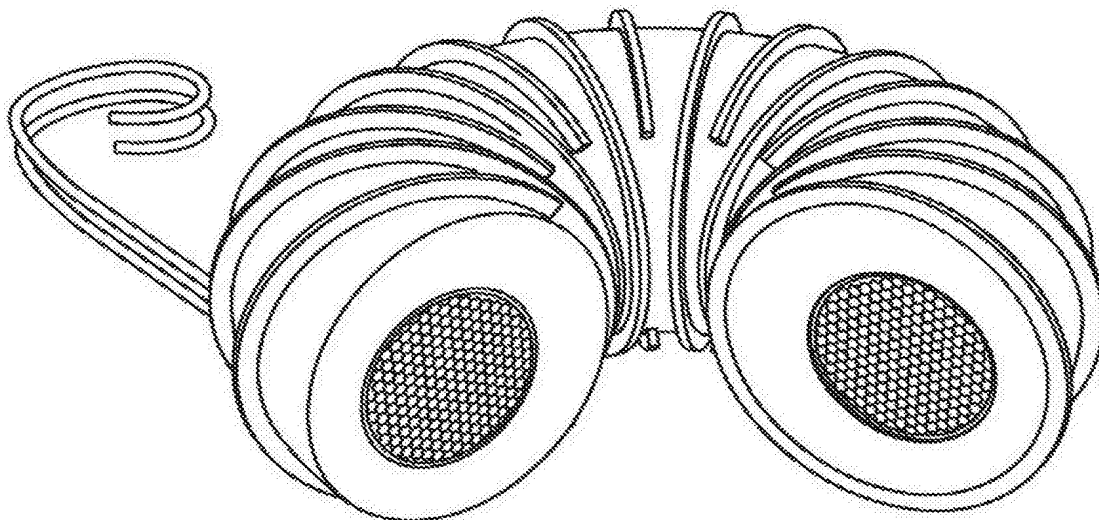


图 11



(现有技术)

图 12