(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 106409492 A
(43)申请公布日 2017.02.15

(21)申请号 201610726263.X

(22)申请日 2016.08.26

(71)申请人 昆山磁通新材料科技有限公司
地址 215000 江苏省苏州市昆山市玉山镇北门路3888号昆山国际模具城模具材料区16号楼1室

(72)发明人 郭峰 黄裕茂 汪贤 李伟健 金叶萍 薛红霞 周庆国

(51)Int.Cl.
H01F 41/00(2006.01)
H01F 41/02(2006.01)
H01F 27/255(2006.01)

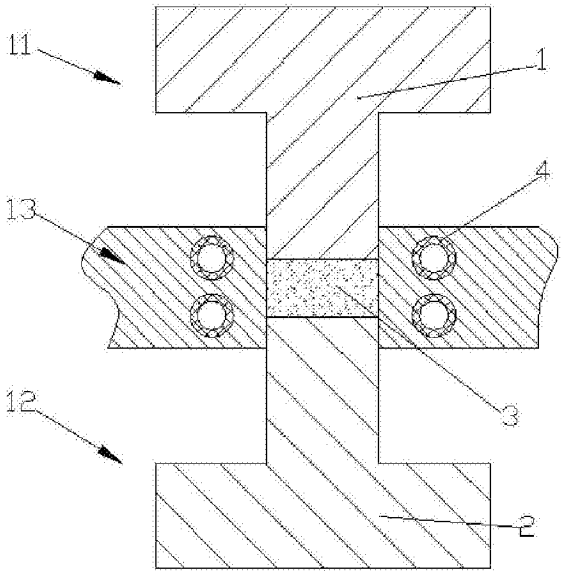
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种电感温压成型方法及利用该方法制备的电感

(57)摘要

本发明涉及一种电感温压成型方法及其电感，利用置于成型模腔外围的感应线圈通电后于模腔中心产生的纵向交流或带有纹波的直流的变化磁场将模腔中的磁性粉末快速加热，然后被加热的磁性粉末将热量传递给磁性粉末表面的粘结剂并使之软化，并在模腔中将磁性粉末与粘结剂组成的造粒粉末模压成型后成为电感。电感磁导率高、直流电阻小、外观缺陷少，且该方法加热时间短，粉末依靠电磁感应原理而受热，具有生产效率高、能耗低的特点。



CN 106409492 A

1.一种电感温压成型方法，其特征在于：利用置于成型模腔外围的感应线圈通电后于模腔中心产生的纵向交流或带有纹波的直流的变化磁场将模腔中的磁性粉末快速加热，然后被加热的磁性粉末将热量传递给磁性粉末表面的粘结剂并使之软化，并在模腔中将磁性粉末与粘结剂组成的造粒粉末模压成型后成为电感。

2.根据权利要求1所述的电感温压成型方法，其特征在于：所述磁性粉末为经过表面处理并获得核壳结构的金属软磁材料。

3.根据权利要求1或2所述的电感温压成型方法，其特征在于：所述感应线圈沿着模腔外围布置，且感应线圈的形状与模腔轮廓相似。

4.根据权利要求2所述的电感温压成型方法，其特征在于：具体包括如下成型步骤：

1)调制粘结剂：选取包覆层树脂，并用稀释剂将其配成粘结剂溶液；所述包覆层树脂为磁性粉末重量的1.0-10.0wt％；稀释剂含量为磁性粉末重量的1.0-50.0％；

2)然后将所述金属软磁材料与粘结剂溶液混合并搅拌，直至充分混合均匀为止；

3)制粒：搅拌好的物料进行制颗粒；

4)烘干：所制颗粒经过烘干，使其所含稀释剂完全去除且干燥；

5)模压成型：所制颗粒置于成型模腔内，置于成型模腔外围的感应线圈通电后于模腔中心产生的纵向交流或带有纹波的直流的变化磁场将颗粒模压成型后成为模压电感。

5.根据权利要求4所述的电感温压成型方法，其特征在于：所述颗粒由若干个具有核壳结构的金属粉末团聚构成，每一个具有核壳结构的金属粉末中心由软磁金属材料构成；所制颗粒外壳由包覆层树脂构成。

6.根据权利要求4或5所述的电感温压成型方法，其特征在于：所述包覆层树脂包括环氧树脂、酚醛树脂以及改性环氧树脂、改性酚醛树脂等树脂的一种及一种以上混合树脂，也包括硅树脂及其改性树脂、聚酰亚胺及其改性树脂、聚硫亚胺及其改性树脂、聚枫及其改性树脂、双马来酰亚胺及其改性树脂、氰酸脂及其改性树脂等耐高温工程树脂的一种及以一种以上混合树脂。

7.根据权利要求2或4或5所述的电感温压成型方法，其特征在于：所述金属软磁材料可以选用还原铁粉、雾化铁粉、羰基铁粉、以铁硅为主要元素的软磁金属粉末、以铁硅铬为主要元素的软磁金属粉末、坡莫合金软磁合金粉末、Sendust粉末、铁基非晶态金属软磁金属粉末的一种及一种以上混合粉末。

8.根据权利要求7所述的电感温压成型方法，其特征在于：选用所述铁基非晶态金属软磁金属粉末，模压后铁芯密度达到5.8-6.5/cm^3。

9.根据权利要求3所述的电感温压成型方法，其特征在于：所述感应线圈为螺旋形的空心铜管结构。

10.一种模压电感，其特征在于：利用上述任意权利要求所述方法制备的电感，铁心相对磁导率>＝30。

一种电感温压成型方法及利用该方法制备的电感

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电感成型方法，具体涉及一种电感温压成型方法，本发明还涉及利用该成型方法成型的电感，属于电子元器件加工成型技术领域。

背景技术

[0002] 随着现代集成电路设计及制造工艺、半导体设计及制造工艺、机器人自动化制造技术、电子元器件技术以及互联网应用的发展，智能化已经成为信息社会乃至下一代工业技术革命的主流技术趋势。当前，各种具有智能运算功能的直流负载(包含传感器)在快速地改造着传统行业及人类的生存状态，把人与人、物与物、人与物相互连接起来。

[0003] 这些复杂的连接都有赖于信息的传递、通讯与计算，因此智能化的终端应运而生，它可以是信息的传送端，也可以是信息的接收端以及信息通讯、运算的工具。一般而言，这些智能化的终端都需要采用芯片作为运算的工具，因此为其提供电能的前置电感就必不可少。其中，模压电感作为主流的前置电感之一具有能量转换效率高、体积小、EMI特性好、频率范围宽等特点而被广泛应用，例如智能手机、智能电视、平板电脑、笔记本电脑、LED电视、各种通讯终端及服务器、智能家电等。

[0004] 模压电感在各种应用中的应用原理是BUCK或BOOST电路，其通过电感磁通量的变化在电感两端产生感应电动势的变化，再利用这个感应电动势与电路中的其它电压配合从而产生降压或升压的功能，同时具备能量有序存储及有序传递功能。

[0005] 模压电感又称为“Power Choke”，它的主要技术特征在于将励磁的铜线圈置于软磁金属粉末内部并在成型机上与软磁金属粉末同时成型并构成封闭磁回路，因此免去了繁琐的绕线工序并获得良好的EMI(电磁干扰)特性，同时依靠模具设计构成的电极方便在集成电路上自动化贴装。总而言之，模压电感是一类具有短流程、高性能、自动化程度高的现代电子元器件，是现代直流负载设备(尤其是智能电子设备)不可或缺的重要电子元器件。

[0006] 模压电感的材料由金属软磁粉末和铜线构成，金属软磁粉末通常是羰基铁粉、FeCrSi合金粉末、FeSi合金粉末、雾化铁粉等，以上金属粉末具有较好的软磁特性、较好的成型性以及合适的成本并得到广泛使用。

[0007] 但是，随着移动电子设备尤其是智能手机的发展电路集成系统要求电子元器件功率密度越来越高、体积越来越小、厚度越来越薄、效率越来越高，因此常规的技术越来越难以满足行业的发展要求。于是各种提高模压电感特性的技术逐渐出现，具有代表性的有采用非晶软磁粉末的模压电感、温压法模压电感、积层式电感(材料为镍锌铁氧体)。对于非晶材料的模压电感，非晶材料其固有的高硬度、高强度使之难以适用于现有的模压工艺；而积层式电感的材料是软磁铁氧体类，因此其功率密度相较于金属软磁材料而言相差较大；温压法模压电感是目前业界较为普遍的提升电感特性的方法，该方法制造的电感其功率密度较高、电感尺寸较小，可广泛应用于移动智能终端(例如智能手机)。但是，该方法目前不足之处在于生产效率低、单位生产能耗高，这极大程度上影响了该技术在模压电感领域的应用。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种生产效率高、能耗低的电感温压成型方法，本发明的目的还在于提供一种利用本发明电感温压成型方法制备的电感，该电感磁导率高、直流电阻小、外观缺陷少。

[0009] 本发明的目的是这样实现的：

[0010] 一种电感温压成型方法，利用置于成型模腔外围的感应线圈通电后于模腔中心产生的纵向交流或带有纹波的直流的变化磁场将模腔中的磁性粉末快速加热，然后被加热的磁性粉末将热量传递给磁性粉末表面的粘结剂并使之软化，并在模腔中将磁性粉末与粘结剂组成的造粒粉末模压成型后成为电感。

[0011] 优选方案，所述磁性粉末为经过表面处理并获得核壳结构的金属软磁材料。

[0012] 优选方案，所述感应线圈沿着模腔外围布置，且感应线圈的形状与模腔轮廓相似。

[0013] 优选方案，具体包括如下成型步骤：

[0014] 1)调制粘结剂：选取包覆层树脂，并用稀释剂将其配成粘结剂溶液；所述包覆层树脂为磁性粉末重量的1.0-10.0wt％；稀释剂含量为磁性粉末重量的1.0-50.0％；

[0015] 2)然后将所述金属软磁材料与粘结剂溶液混合并搅拌，直至充分混合均匀为止；

[0016] 3)制粒：搅拌好的物料进行制颗粒；

[0017] 4)烘干：所制颗粒经过烘干，使其所含稀释剂完全去除且干燥；

[0018] 5)模压成型：所制颗粒置于成型模腔内，置于成型模腔外围的感应线圈通电后于模腔中心产生的纵向交流或带有纹波的直流的变化磁场将颗粒模压成型后成为模压电感。

[0019] 优选方案，所述颗粒由若干个具有核壳结构的金属粉末团聚构成，每一个具有核壳结构的金属粉末中心由软磁金属材料构成；所制颗粒外壳由包覆层树脂构成。

[0020] 优选方案，所述包覆层树脂包括环氧树脂、酚醛树脂以及改性环氧树脂、改性酚醛树脂等树脂的一种及一种以上混合树脂，也包括硅树脂及其改性树脂、聚酰亚胺及其改性树脂、聚硫亚胺及其改性树脂、聚枫及其改性树脂、双马来酰亚胺及其改性树脂、氰酸脂及其改性树脂等耐高温工程树脂的一种及以一种以上混合树脂。

[0021] 优选方案，所述金属软磁材料可以选用还原铁粉、雾化铁粉、羰基铁粉、以铁硅为主要元素的软磁金属粉末、以铁硅铬为主要元素的软磁金属粉末、坡莫合金软磁合金粉末、Sendust粉末、铁基非晶态金属软磁金属粉末的一种及一种以上混合粉末。

[0022] 优选方案，选用所述铁基非晶态金属软磁金属粉末，模压后铁芯密度达到5.8-6.5/cm^3。

[0023] 优选方案，所述感应线圈为螺旋形的空心铜管结构。

[0024] 本发明的另外一个目的是保护基于利用本发明的电感温压成型方法制备的模压电感，其铁心相对磁导率>＝30。

[0025] 由于上述技术方案的运用，本发明与现有技术相比具有下列优点：

[0026] 本发明的电感温压成型方法制造的电感磁导率高、直流电阻小、外观缺陷少，且该方法在生产实际中具有以下特点：

[0027] (1)加热时间短，粉末依靠电磁感应原理而受热，加热时间可由电源频率和电流值大范围调整，因此加热时间短，且受热均匀；

[0028] (2)模具不受热，因此模具可以在远低于粉末受热温度的条件下长时间工作，也不会造成粉末因受热而粘性增加的问题；

[0029] (3)成型压力低，粉末温度升高后硬度和强度会下降且树脂包覆层受热后会软化，因此所需成型压力大幅度降低；

[0030] (4)依以上所述，该方法具有生产效率高、能耗低的特点。

附图说明

[0031] 下面结合附图对本发明技术方案作进一步说明：

[0032] 附图1为本发明的电感温压成型方法及其利用该方法制备的电感所采用的模具结构示意图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0034] 一种电感温压成型方法及其利用该方法制备的电感，其具体步骤如下：

[0035] (一)金属粉末表面改性

[0036] 金属软磁粉末不能直接用于模压成型，须对其表面进行处理并获得核壳结构。

[0037] 电感中心是金属软磁材料，该材料可以是还原铁粉、雾化铁粉、羰基铁粉、以铁硅为主要元素的软磁金属粉末、以铁硅铬为主要元素的软磁金属粉末、坡莫合金软磁合金粉末、Sendust粉末、铁基非晶态金属软磁金属粉末的一种及一种以上混合粉末，以上材料可以是原始粉末，也可以是经过钝化的粉末。

[0038] 电感外壳(以下称为包覆层)材料须是树脂材料，包括环氧树脂、酚醛树脂以及改性环氧树脂、改性酚醛树脂等树脂的一种及一种以上，也包括硅树脂及其改性树脂、聚酰亚胺及其改性树脂、聚硫亚胺及其改性树脂、聚枫及其改性树脂、双马来酰亚胺及其改性树脂、氰酸脂及其改性树脂等耐高温工程树脂的一种及以上。为获得该包覆层，需要进行一系列的工作，第一，称取一定量的包覆层树脂(一般为粉末重量的1.0-10.0wt%)，并用相应的稀释剂将其配成粘结剂溶液，稀释剂含量一般为粉末重量的1.0-50.0%，粘结剂可以是以上所述任一树脂及树脂混合物，然后将需要表面处理的金属粉末与粘结剂溶液混合并搅拌，直至充分混合均匀为止；第二，搅拌好的物料可以采用挤压造粒法、喷雾造粒法、流化床造粒法、圆盘造粒法等任一造粒方法进行制粒，所制颗粒由若干个具有核壳结构的金属粉末团聚构成，每一个具有核壳结构的金属粉末中心由软磁金属材料构成，外壳由包覆层树脂构成；第三，所制颗粒经过一定温度烘干，使其所含稀释剂完全去除且干燥后颗粒具有一定流动性，该粉末有利于在模压成型时计量稳定一致。

[0039] (二)颗粒模压成型

[0040] 实施例一，造粒所得颗粒需要经过模压成型后成为电感铁芯及电感。如附图1所示，该模具由四部分组成：

[0041] (1)成型机构

[0042] 该部分由型腔及上冲头1、下冲头2构成。型腔3和冲头的形状是根据产品而定，理论上可以是任意形状，通常的形状包括圆环形、圆柱形、正方体、长方体等。型腔是金属软磁粉末最终成型的空间，粉末在冲头的压力下密度逐渐增加直至最终成型。

[0043] 在粉末成型过程中，粉末需要克服粉末与模壁的摩擦力、粉末之间的内摩擦力以及粉末变形所需的压力等。通常通过施加足够大的成型压力即可实现，但是由于过多的压力在成型后以残余应力的方式存在，因此极大地降低了材料的磁导率以及增加了材料的铁损；更有甚者，当成型空间中不止一种材料时会产生宏观裂纹及内裂纹，造成产品开裂；此外，过大的成型压力造成模具材料的过多磨损，从而影响模具的使用寿命；最后，过大的成型压力造成成型机生产力的下降。本发明的金属粉末在变形过程中所需压力较小，通常只有传统压制压力的一半及以下，其原因在于粉末受热后金属粉末的抗压缩强度降低以及树脂包覆层软化，所需的变形压力大幅度降低。材料的温度可以根据输入的电源功率调节，因此可以实现材料在短时间内即可上升到60℃-350℃之间，所需加热时间在0.1秒-60.0秒之间可调。成型时粉末温度越高保压时间越短、保压压力越小，通常保压时间在1-60秒之间可调，保压压力在50MPa-1000MPa之间可调。此外，所有该部分的材质必须是非磁性材料，即外磁场的作用不会使该结构受热。

[0044] (2)料靴

[0045] 料靴的作用在于存放造粒粉末并在开始压制之前给型腔填充定量的造粒粉末，为了使料靴内造粒粉末温度不被成型时的受热粉末干扰，料靴与模具上表面不直接接触，而是保持1毫米及以上的间距。在送料之后，料靴应立即离开型腔模具的上方并退回送料的初始位置，以便于下一个压制动作的启动(通常是上冲头开始下降并进入模腔进行成型)。料靴的形状可以是方形、原型、锥形、方锥形等，不仅限于以上形状。

[0046] (3)感应线圈机构

[0047] 感应线圈4的作用在于在通电的情况下线圈产生磁场，该磁场可以是交变磁场，也可以是在直流工作条件下带有纹波电流的混合电流，其目的在于使磁性材料产生铁损，铁损以热的形式使磁性材料温度上升，该热量再以热传导的方式给包覆层材料加热。线圈的位置一定是沿着型腔的结构外围布置，且线圈的形状尽量与型腔轮廓相似，以便于型腔中的磁场均匀分布，从而使磁性材料的受热均匀。磁场的开关应根据压制动作有所设计，例如，型腔中的磁性材料未在开始压制前必须通过磁场的变化产生足够的热量是软磁金属粉末达到变形所需的温度(此过程称为预热)，否则压制压力不会明显降低；还有，当软磁金属粉末在保压时间达到前或达到的那一瞬间必须停掉磁场的变化(此过程称为加热)，以便于铁芯退模；最后，在“加热”结束后、“预热”开始前不允许磁场产生变化。

[0048] 线圈的材质通常选用非磁性材料，一般可以选金属铜，但不仅限于此，且线圈材质的形状是管型，此功能在于给线圈降温，其次还可以给模具降温(模具或多或少会被粉末通过热传导而加热)。

[0049] (4)加热电源及冷却系统

[0050] 加热电源的功能在于给线圈加变化的电流，从而产生变化的磁场。电源可以是交流电也可以是带有纹波的直流电。冷却系统的功能在于给线圈的管路通以冷却剂，以保证线圈和模具的温度不会过高，否则线圈附近的模具部分会超温工作甚至工作失效，冷却剂可以是水，也可以是其它无腐蚀性的液体冷却剂。

[0051] 实施例二，造粒所得粉末需要经过模压成型后成为模压电感。如图1所示，该模具由三部分组成：

[0052] (1)成型机构

[0053] 成型机构有两种结构，先介绍第一种形式：

[0054] 该部分包括上模11、下模12和中模13；上模11包括上冲头1；下模12包括下冲头2。型腔3和冲头的形状是根据产品而定，理论上可以是任意形状，通常的形状包括圆柱形、正方体、长方体等。型腔是金属软磁粉末最终成型的空间，粉末在冲头的压力下密度逐渐增加直至最终成型。

[0055] 在填充粉末前，先将电感线圈放置于中模13内，线圈4的两只出线脚置于中模13上表面的凹槽内，然后将上模11降下并与中模13密闭结合；之后，料靴给型腔送粉并成型压制，粉末送粉也可以分两次，例如先将未合模的中模填粉，之后中模上升到一定位置使线圈可以被置入，接着上模11与中模13合模，随后进行第二次送粉。

[0056] 成型机构的第二种结构介绍如下：

[0057] 该部分由中模13、上冲头1、下冲头2构成，下冲头2上有两个孔，该孔的作用在于使线圈的两只出线角可以置入其中，起到定位的作用，出线角的长度根据产品而定。型腔和冲头的形状是根据产品而定，理论上可以是任意形状，通常的形状包括圆柱形、正方体、长方体等。型腔是金属软磁粉末最终成型的空间，粉末在冲头的压力下密度逐渐增加直至最终成型。先将线圈置于定位孔内，然后料靴送粉并退回，接下来进行成型压制。

[0058] 两种模式下粉末在成型过程中，粉末需要克服粉末与模壁的摩擦力、粉末之间的内摩擦力以及粉末变形所需的压力等。通常通过施加足够大的成型压力即可实现，但是由于过多的压力在成型后以残余应力的方式存在，因此极大地降低了材料的磁导率以及增加了材料的铁损；更有甚者，退模后产生宏观裂纹或内裂纹，以及电感在固化处理后产生宏观裂纹或内裂纹，造成最终产品开裂；此外，过大的成型压力造成模具材料的过多磨损，从而影响模具的使用寿命；最后，过大的成型压力造成成型机生产力的下降。本发明的金属粉末在变形过程中所需压力较小，通常只有传统压制压力的一半及以下，其原因在于粉末受热后金属粉末的抗压缩强度降低以及树脂包覆层软化，所需的变形压力大幅度降低。材料的温度可以根据输入的电源功率调节，因此可以实现材料在短时间内即可上升到60℃-350℃之间，所需加热时间在0.1秒-60.0秒之间可调。成型时粉末温度越高保压时间越短、保压压力越小，通常保压时间在1-60秒之间可调，保压压力在100MPa-1000MPa之间可调。此外，所有该部分的材质必须是非磁性材料，即外磁场的作用不会使该结构受热。

[0059] (2)料靴

[0060] 料靴的作用在于存放造粒粉末并在开始压制之前给型腔填充定量的造粒粉末，为了使料靴内造粒粉末温度不被成型时的受热粉末干扰，料靴与模具上表面不直接接触，而是保持1毫米及以上的间距。在送料之后，料靴应立即离开型腔模具的上方并退火送料的初始位置，以便于下一个压制动作的启动(通常是上冲头开始下降并进入模腔进行成型)。料靴的形状可以是方形、原型、锥形、方锥形等，不仅限于以上形状。

[0061] (3)感应线圈机构

[0062] 感应线圈的作用在于在通电的情况下线圈产生磁场，该磁场可以是交变磁场，也可以是在直流工作条件下带有纹波电流的混合电流，其目的在于使磁性材料产生铁损，铁损以热的形式使磁性材料温度上升，该热量再以热传导的方式给包覆层材料加热。线圈的位置一定是沿着型腔的结构外围布置，且线圈的形状尽量与型腔轮廓相似，以便于型腔中的磁场均匀分布，从而使磁性材料的受热均匀。磁场的开关应根据压制动作有所设计，例

如，型腔中的磁性材料未在开始压制前必须通过磁场的变化产生足够的热量是软磁金属粉末达到变形所需的温度(此过程称为预热)，否则压制压力不会明显降低；还有，当软磁金属粉末在保压时间达到前或达到的那一瞬间必须停掉磁场的变化(此过程称为加热)，以便于铁芯退模；最后，在“加热”结束后、“预热”开始前不允许磁场产生变化。

[0063] 线圈的材质通常选用非磁性材料，一般可以选金属铜，但不仅限于此，且线圈材质的形状是管型，此功能在于给线圈降温，其次还可以给模具降温(模具或多或少会被粉末通过热传导而加热)。

[0064] (4)加热电源及冷却系统

[0065] 加热电源的功能在于给线圈加变化的电流，从而产生变化的磁场。电源可以是交流电也可以是带有纹波的直流电。冷却系统的功能在于给线圈的管路通以冷却剂，以保证线圈和模具的温度不会过高，否则线圈附近的模具部分会超温工作甚至工作失效，冷却剂可以是水，也可以是其它无腐蚀性的液体冷却剂。

[0066] 以上仅是本发明的具体应用范例，对本发明的保护范围不构成任何限制。凡采用等同变换或者等效替换而形成的技术方案，均落在本发明权利保护范围之内。

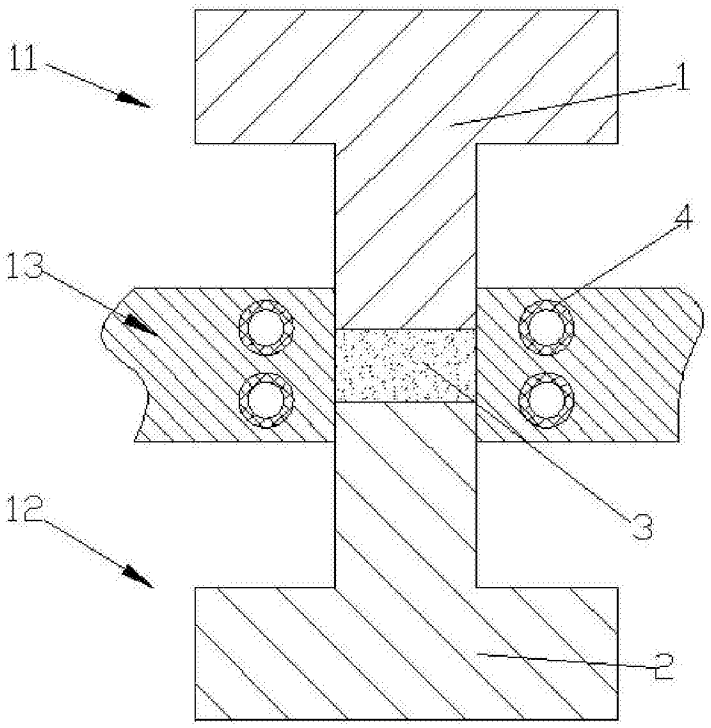


图1