



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112739474 A

(43) 申请公布日 2021.04.30

(21) 申请号 201980061422.0

(22) 申请日 2019.09.19

(30) 优先权数据

102018215977.7 2018.09.19 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/075197 2019.09.19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/058416 DE 2020.03.26

(71) 申请人 弗劳恩霍夫应用研究促进协会

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 F-J·沃斯特曼 M·霍伊泽尔

M·布塞

(74) 专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理

有限公司 11329

代理人 孙涛 毛威

(51) Int.Cl.

B21J 5/00 (2006.01)

B22C 7/02 (2006.01)

B22D 25/02 (2006.01)

H02K 15/04 (2006.01)

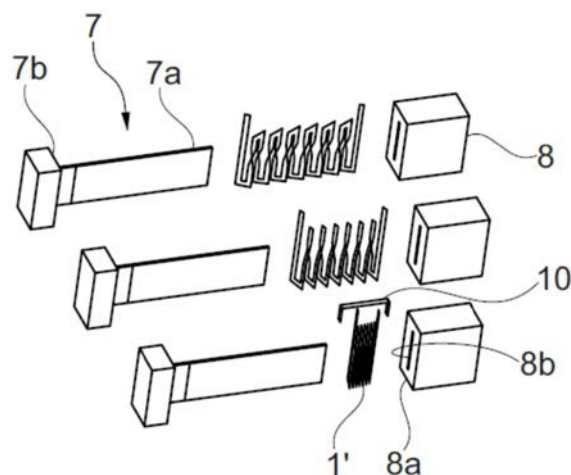
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

用于生产螺旋金属体的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于制造螺旋金属体(Γ)的方法,其中,首先通过铸造方法在模具中制造预成型螺旋金属体,并且随后通过变形沿其纵向轴线该压缩预成型螺旋金属体。



1. 一种生产螺旋金属体(1')的方法,其中,首先通过铸造方法在模具中生产预成型螺旋金属体(1,13),并随即通过沿其纵向轴线(6)的变形来压缩所述预成型螺旋金属体。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述金属体(1,13)在铸造后至少部分地通过塑性变形沿其纵向轴线(6)被压缩。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述金属体(1,13)在铸造之后和在压缩之前被机加工、尤其是通过研磨和/或抛光和/或涂覆被机加工。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其特征在于,为了压缩所述螺旋金属体(1,13),所述螺旋金属体被推到具有自由端(7a)和第一止挡肩部(7b)的芯轴(7)上,并且所述芯轴的所述自由端(7a)被插入具有第二止挡肩部(8a)的接纳装置(8)中,直到所述金属体被压缩在所述止挡肩部(7b,8a)之间。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其特征在于,在将所述预成型金属体(1,13)生产成所述螺旋的每个绕组(3,4,5)的过程中,尤其是通过材料截面锥形化来提供或生产至少一个、尤其是至少两个变形区域(10,11,12,13),并且所述变形区域(10,11,12,13)在所述金属体的压缩过程中首先塑性变形。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其特征在于,所述金属体(1')在压缩后通过固定装置(9)关于其长度方面被固定。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的用于生产螺旋金属体(1')的方法,其特征在于,首先,以压缩后的所述卷绕金属体(1')的期望目标形状制造消失模型体、例如用于消失模方法的泡沫件,尤其由非金属材料制成,其特征在于,所述模型体通过沿所述纵向轴线的预变形而扩张,并且扩张后的所述模型体用作铸造所述预变形金属体(1)的阳模,尤其是通过借助于所述模型体或通过融化方法中使用来生产用于所述铸造方法的模具。

8. 一种用于生产根据权利要求1至7中任一项所述的卷绕金属体(1',13')的装置,所述装置具有芯轴(7),所述芯轴(7)具有自由端(7a)和与所述自由端(7a)间隔开的第一止挡肩部(7b),所述第一止挡肩部的尺寸被设置成使得其形成用于被推到所述芯轴上的卷绕金属体(1,1',13,13')的限位止挡件,并且所述装置具有接纳装置(8),所述接纳装置(8)具有用于插入所述芯轴的所述自由端的开口(8b)以及围绕所述开口的用于所述金属体的第二止挡肩部(8a)。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述芯轴(7)在邻接所述第一止挡肩部(7b)的区域中具有外部尺寸,所述外部尺寸使得能够形状配合地接纳所述预成型金属体(1),并且所述芯轴在其截面的至少第一延伸方向上向其自由端(7a)锥形化。

10. 根据权利要求8或9所述的装置,其特征在于,由于所述芯轴(7)和所述接纳装置(8)的成形,形成用于将所述芯轴插入所述接纳装置的纵向止挡件,所述纵向止挡件固定压缩后的所述螺旋金属体(1',13')的长度。

用于生产螺旋金属体的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明属于机械工程和生产技术领域、尤其是金属铸造领域。本发明可以特别有利地用于线圈、螺旋件或弹簧的生产。

背景技术

[0002] 缠绕线圈用于电机中。如此生产的线圈仅填充了部分的可用安装空间。因此，相对于重量或结构空间，电机的功率或转矩密度较低。铸造的Al线圈和Cu线圈可以补偿这一缺点，然而迄今为止，还没有了解到适合于批量生产的方法在具有足够使用寿命的永久性模具中生产铸造的Al和Cu线圈或由Al-Cu合金制成的铸造线圈。

[0003] 为了增加电机的功率密度或转矩密度，迄今为止一直缠绕复杂的、通常手工生产的线圈，以便相对于批量方法稍微提高填充程度。由此，在绕组的高度上，使用具有相同截面的导线。此外，在常规电机的情况下，从内到外彼此叠置上的线圈绕组影响了热量排放，而导致线圈发热更高，并因此导致相对于绕组的截面的最大电流密度的必要限制。

[0004] 铸造的Al线圈和Cu线圈或由Al与Cu合金制成的铸造线圈是已知的，但是迄今为止还没有在永久性模具中生产，而是以消失形式生产（例如在精密铸造中、或者在消失模方法中、或者通过使用盐芯，盐芯规定了轮廓并防止熔体与模具直接接触）。

[0005] 为了生产最多样的几何形状，根据现有技术水平使用提供轮廓的模具。在复杂几何形状的情况下，除了具有一个或多个分区以便使铸件移除简易的模具之外，还插入型芯或使用滑块。

[0006] 在铜部件的生产中，由于高于1,100℃的高铸造温度，增加了对模具和型芯的要求。热应力、尤其是模具填充过程中的温度冲击导致模具使用寿命短，并导致部件质量有限，或者导致需要复杂的后续机加工。

[0007] 以前的模具构思总是引向几何形状复杂的永久性模具，或者附加使用可移动的滑块或型芯（永久性的或非永久性的）。这种模具只能在实验室操作中使用，因为维护模具需要很大的费用，此外还存在很高的废品率。

[0008] 从专利申请EP 2 819 276 A2中已知一种几何形状改良的模型几何形状，其能够实现用于铸造过程的简单成形的两部分式永久性模具。这是通过将绕组分别旋转180°来实现的，因此线圈的几何复杂性显著降低。然而，根据其中的技术铸造生产，为了达到插入状态的线圈几何形状，需要超复杂的改造过程。

发明内容

[0009] 本发明的目的是实现一种用于卷绕金属体的简单生产方法，该方法允许经济地使用铸造模具，并由此能够实现螺旋的高度填充。

[0010] 根据本发明，该目的是通过具有专利权利要求1的特征的方法来实现，专利权利要求2至7呈现了该方法的实施例。专利权利要求8至10涉及一种用于生产卷绕金属体的装置。

[0011] 因此，本发明涉及一种生产螺旋金属体的方法，其中，首先通过铸造方法在模具中

生产预成型的螺旋金属体,并随即通过沿其纵向轴线的变形而被压缩该预成型螺旋金属体。

[0012] 本发明允许通过铸造来生产螺旋体,由于各个螺旋线之间的间距足够大,因此模具能够具有相对厚壁的构造。铸造过程后金属体的变形会在铸造产生的形状设计中留下间隙。在铸造之后,金属体的目标形状可以通过变形来实现,在螺旋的各个线之间在目标形状中能够实现显著更小的中间空间,在铸造技术中,由于模具设定的限制,这些中间空间几乎无法实现或者只能非常困难地实现。

[0013] 该方法可以被设计成使得金属体在铸造后至少部分地通过塑性变形沿其纵向轴线被压缩。

[0014] 金属体的塑性变形确保其目标形状稳定并且在没有固定装置的情况下得以保持。

[0015] 此外,该方法可以被配置成使得金属体在铸造之后和在压缩之前被机加工、尤其是通过研磨和/或抛光和/或涂覆被机加工。

[0016] 由于例如在铸造之后比在实现目标形状之后更容易获得处于预成型状态的螺旋线与金属体的其他部分之间的中间空间的事实,所以所提到的机加工步骤可以在金属体变形/压缩成目标形状之前更方便地实施。

[0017] 此外,该方法可以被配置成使得为了压缩螺旋金属体,螺旋金属体被推到具有自由端和第一止挡肩部的芯轴上,并且芯轴的自由端被插入具有第二止挡肩部的接纳装置中,直到金属体被压缩在这些止挡肩部之间。

[0018] 由于金属体在铸造过程中采用的模具中也已经具有螺旋构造,因此它可以容易地被推到芯轴上,并在那里沿螺旋的纵向轴线的方向被压缩。芯轴侧面的第一止挡肩部用于此目的。接纳装置例如具有开口,芯轴可以插入该开口中,但是金属体不能插入。在开口上,可以设置第二止挡肩部。当将芯轴插入接纳装置的开口中时,螺旋金属体然后在第一金属肩部与第二金属肩部之间在纵向方向上被压缩至目标形状或甚至更大。

[0019] 此外,该方法可以被配置成使得在将预成型金属体生产成螺旋的每个绕组的过程中,至少一个、尤其是至少两个变形区域被提供或尤其是由截面锥形化的材料生产,并且在金属体的压缩过程中首先塑性变形。

[0020] 在截面为矩形的线圈状螺旋件的情况下,变形区域可以分别设置在螺旋件的各个线/绕组的较短或甚至较长的侧面上,或者设置在螺旋的各个绕组的拐角上。可以在金属体的模具中提供截面锥形化。

[0021] 此外,该方法可以被配置成使得金属体在压缩后通过固定装置关于其长度方面被固定。

[0022] 该固定可以通过例如浸入涂覆材料或封装中或者通过施加外部机械夹子/夹具来实现,该夹子/夹具将螺旋的绕组轴向保持在一起。夹子/夹具必须由非导电材料组成,或者与金属体电绝缘。

[0023] 此外,该方法可以被配置成使得首先以压缩的卷绕金属体的期望目标形状来生产尤其是由非金属材料制成的消失模型体,使得模型体通过沿着纵向轴线的预变形而扩张,并且使得扩张后的模型体被用作用于铸造预变形金属体的阳模,尤其是通过借助于模型体或通过熔化方法中使用来生产用于铸造方法的模具。

[0024] 因此,模型体在其生产之后通过螺旋在轴向方向上扩张而被预变形。此外,模型体

可能已经设置有截面锥形化,以便在随后铸造的金属体上提供弱化的变形区域。然后,从这个预变形的模型体对金属体进行再成形并可能地对其进行机加工。此后,通过压缩使金属体成为其目标形状。

[0025] 另外,本发明涉及一种用于生产上述类型的卷绕金属体的装置,该装置具有芯轴,该芯轴具有自由端和与该自由端间隔开的第一止挡肩部,该第一止挡肩部的尺寸被设置成使得其形成用于被推到该芯轴上的卷绕金属体的限位止挡件,并且该装置具有接纳装置,该接纳装置具有用于插入该芯轴的自由端的开口以及还有围绕该开口的用于该金属体的第二止挡肩部。

[0026] 该装置可以被设计成使得芯轴在第一止挡肩部的区域中具有外部尺寸,该外部尺寸使得能够形状配合地接纳预成型金属体,并且芯轴在其截面的至少第一延伸方向上向其自由端锥形化。芯轴可以有利地具有金属体的目标形状中的中心连续轴向开口的形状和大小。为了在最终变形之前更好地穿入金属体,芯轴在其自由端处锥形化/变窄。第一止挡肩部可以被配置成芯轴上的凸缘。

[0027] 此外,该装置可以被配置成使得,由于芯轴和接纳装置的成形,形成用于将芯轴插入接纳装置的纵向止挡件,该纵向止挡件固定压缩后的螺旋金属体的长度。

附图说明

[0028] 在下文中,示出了本发明,并基于附图中的实施例随后说明本发明。由此示出了

[0029] 图1螺旋体的立体图示,

[0030] 图2在三个相继的阶段中,沿着螺旋的纵向轴线被压缩的螺旋体,

[0031] 图3在三个相继的阶段中,沿着螺旋的纵向轴线在机加工装置的芯轴上在两个止挡肩部之间压缩螺旋体,

[0032] 图4具有所展示的变形区域的螺旋体,以及,

[0033] 图5示意性地,当使用模型体时的生产过程。

具体实施方式

[0034] 在下文中,描述了通过简单的模具构思生产用于精密铸造的消失模型。具体通过对绕组头进行塑性再成形结合将长绕组侧旋转 $\leq 90^\circ$,减少了用于消失模型的线圈几何形状的复杂性,以便能够使用简单的两部分式模具构思生产铸件(尤其是金属压力铸造、低压铸造、冷硬铸造、金属粉末注射模制)或模型板或消失模型(尤其是在注蜡模制中、在砂型铸造中、用Disamatic的砂型铸造、用于消失模的EPS模型)。为此目的,在模型体的情况下,绕组头和绕组(长薄片)被再成形,一方面,使得它们采用图1所展示的形状。图1表示模型体的形状,该模型体可以首先具有螺旋金属体的目标形状,并且然后被预变形,以便通过沿纵向轴线6的扩张来成形用于金属体的模具。然而,此形状也对应于在铸造之后和在纵向方向6上压缩之前的螺旋金属体的形状。展示了绕组头2上的端子以及螺旋的各个绕组3、4、5。对于要生产的金属体的铸造过程,螺旋的各个绕组具有放大的间距D。结果,在模具设计中避免了金丝银且复杂的区域。

[0035] 因此,对于任何类型的插入式线圈,都产生了稳健、易于维护的构思。

[0036] 由于在绕组头上的预变形和在模型上的绕组中的旋转,使得适用于在永久性模具

法和消失模型以及消失模具中大批量生产的铸造线圈的制造成为可能。在铸造过程之后，可以保留铸造系统，以便为接下来的过程步骤提供熔体，作为铸件的操作辅助。这特别具有的优点是，保护了通常由纯铝 (R99.7 或类似材料) 或 E-铜组成的具有非常低的强度和高延展性的实际铸件以防额外的塑性变形。铸造线圈固定在预变形位置，这对于接下来的随后过程步骤非常有利，并且能够实现自动化过程。特别地，比如去毛刺、抛光、清洁、研磨和涂覆方法等过程步骤通过在具有增大的绕组间距的预变形线圈的基础上提高可及性而得到显著简化。后续过程可以在移除铸造系统之前或之后实现，或者仅在进一步的后续过程步骤 (研磨、抛光和涂覆以获得电绝缘) 之后实现。这种几何形状变型的附加优点是，在铸造之后再成形过程简单，即将导杆插入绕组/螺旋的芯部并相继地直接对绕组进行再成形。

[0037] 如图2所展示的，这是通过将带有止挡肩部的芯轴穿入来实现的。图2从上到下分三个连续的阶段示出了螺旋金属体的三个不同的压缩步骤，在顶部示出了螺旋金属体1' 的未压缩形状，在中心示出了部分压缩形状，在底部示出了沿着纵向轴线的完全压缩形状。在金属体的左侧，分别示出了具有自由端7a和第一止挡肩部7b的芯轴7，而在右侧，分别示出了具有第二止挡肩部8a和开口8b的接纳装置8，该开口用于接纳芯轴7的自由端7a。

[0038] 金属体 (1') 可以通过在压缩成图2底部的缩短的目标形状后的塑性变形而保持，或者可以通过固定装置10保持压缩。这种固定装置可以由例如机械夹子/夹具10组成。然而，金属体也可以通过例如用绝缘材料胶合来固定，该绝缘材料同时将螺旋的绕组彼此绝缘。

[0039] 图3彼此上下分三个不同的阶段示出了将芯轴7插入到螺旋金属体1中，由此螺旋金属体在其与芯轴7的纵向轴线平行延伸的纵向轴线6的方向上逐渐压缩。借助于芯轴7和接纳装置8，线圈在目标状态/插入状态下变形。再成形过程和校准可以以此相结合。压缩可以继续进行，直到通过剩余的塑性变形使弹性变形部件松弛之后，实现目标形状。芯轴在其自由端7a处较薄，以便简化穿入，并且朝向第一止挡肩部7b变得较厚，并且在此通过其截面与螺旋的内部的端部轮廓相对应。理想地，螺旋的内部的端部轮廓具有至少与目标形状下的线圈/螺旋金属体相同的高度。

[0040] 在图4中，示出了在螺旋金属体的特定点处，可以提供变形区域10、11、12、13，其可以例如在材料截面方面被减小，以便在小变形的情况下在这些点处精确地留下弹性变形区域，并且过渡到塑性变形。因此，在金属体压缩过程中弹性变形的比例减小，并且可以更好地提前估计和实现目标形状。变形区域可以设置在例如绕组的拐角处，或者也可以设置在绕组的笔直部分上。

[0041] 在图5中，首先示意性地展示了被制造成目标形状的目标模型体11。后者被改变成在纵向方向上扩张的预变形模型体11'，然后通过再成形过程被转换成同样扩张形状的金属体13。然后，可以在潜在的加工步骤14中对这个金属体进行机加工，例如去毛刺和/或涂覆，并随即被压缩以形成金属体13'。

[0042] 通过将相对于目标形状预变形的绕组头和在预变形状态下绕组相对于目标形状旋转小于90度相结合，实现了以下优点：通过对绕组头的修改和线圈同时旋转小于90°的角度相结合和可变适应，该模具构思可以用于任何类型和大小的插入式线圈。绕组上的相关点不需要牵引 (可实现平行边缘和非平行边缘绕组)，因此避免了由制造引起的凹槽填充系数的降低。借助于芯轴，通过简单地推到一起，预变形的线圈可以再成形为插入状态。芯

轴几何形状由此可以被设计成使得端部几何形状的校准直接通过再成形来实施。工具的小投影面积使得能够使用更小的注射机器、更小的模具或多个空腔。

[0043] 本发明可以用于生产各种大小的铸造线圈(例如,Al压力模制或Cu线圈MIM中的永久性模具所需的带转向马达的小几何形状;可以在消失模或砂型铸造中生产大线圈)。

[0044] 本发明的进一步优点是,可选地,可以使用壳体精密铸造而不是使用整体模具方法。这是通过预变形而成为可能的。

[0045] 在各个绕组之间,在铸造模具的情况下产生足够的空间,以便在精密铸造中能够实现壳体结构。避免了在薄壁模具的模具中/在各个螺旋线的间距太小的情况下壳体彼此上下生长的问题。

[0046] 例如,在最终变形之前,容易触及在铸造过程中在卷绕金属体上产生的毛刺,并且也可以自动去除这些毛刺。

[0047] 本发明可使用的封闭的壳体/陶瓷模具,在精密铸造过程中以及在使用消失模型(消失模)的方法的情况下,分别能够生产具有突出表面的无毛刺铸件;仅铸造系统必须分离并随后被机加工。各个过程步骤由此能够自动化,尤其是对于批量生产。

[0048] 通过本发明,可以用大批量生产比如Al和Cu或Al与Cu合金等材料的铸造线圈,因此显著提高批量使用的生产率、设计自由度和收益性。此外,通过所描述的工序,通过铸造技术要加工的其他材料可以成为螺旋几何形状。此外,具有不同绕组数、绕组厚度和绕组宽度的不同螺旋可以被生产成可选地具有不同内插件(例如由陶瓷材料制成)的外部形状,因此变型设计是可能的。通过本发明,因此对例如用作电机中的线圈的螺旋件的经济生产做出了实质性贡献,并且开发了用于相对于现有技术具有更高功率密度和更高效率的电机的新制造方法。通过使用用于在几何形状简单成形的模具中生产螺旋件/线圈或线圈模型或线圈消失模具的创新构思,使大批量的稳健和自动化制造过程成为可能。

[0049] 除了常规铸造方法,比如压力铸造、低压铸造、砂型铸造、消失模芯包法、重力铸造、倾斜壳体铸造、精密铸造和各种衍生方法之外,还可以调整几何形状,以便将熔体倒入具有有所描述轮廓的模具中的一半,关闭模具,因此类似于华夫饼机那样将熔体分布在轮廓中。

[0050] 对铸造体进行简单的目视检查和金相分析,就可以清楚地显出模制件的制造历史和生产类型。特别地,绕组和绕组头中的塑性再成形区域可以用金相方式检测。

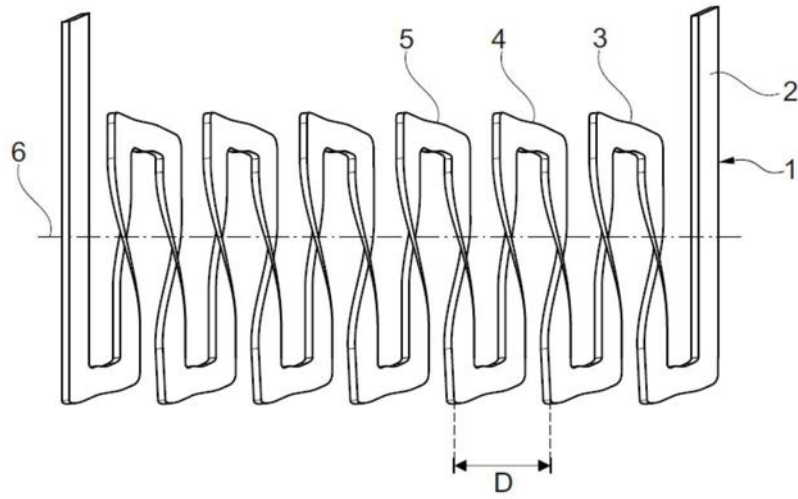


图1

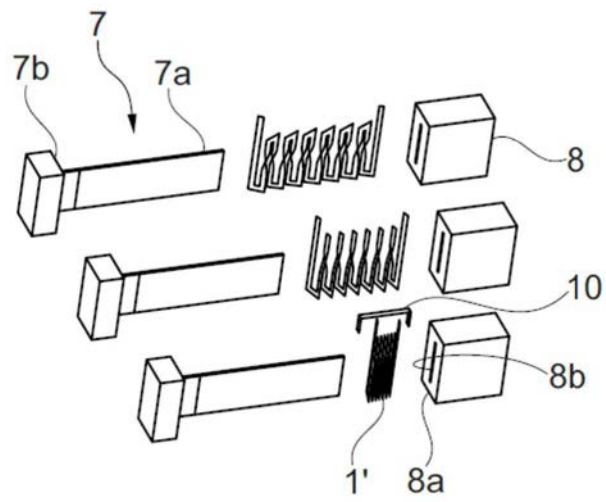


图2

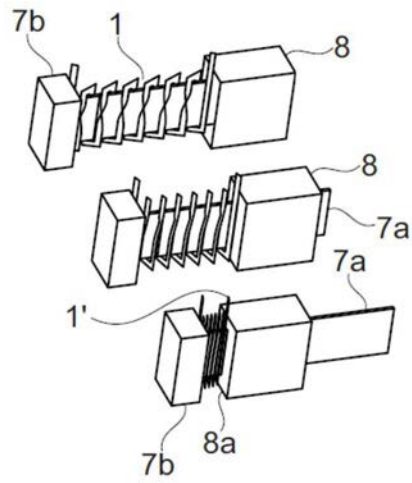


图3

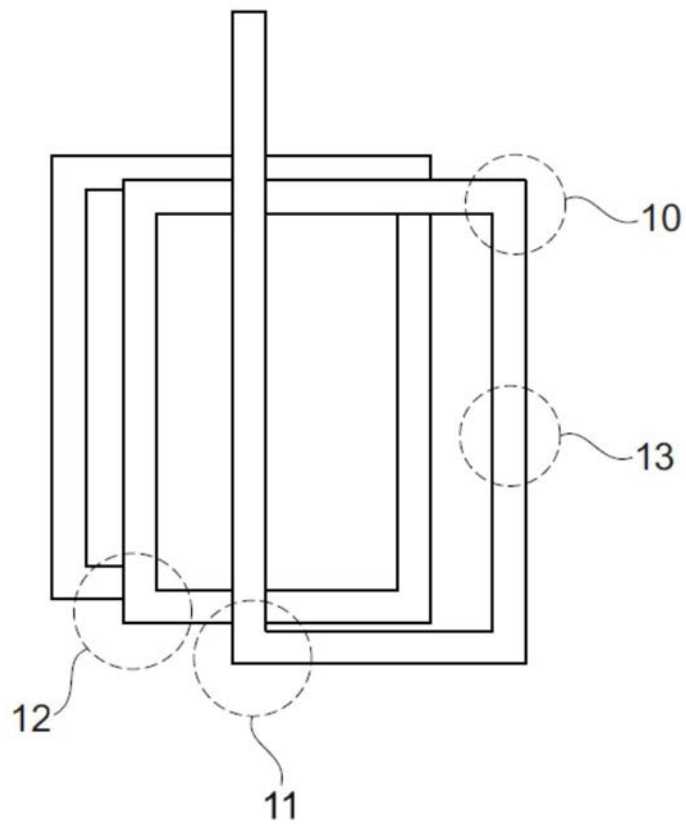


图4

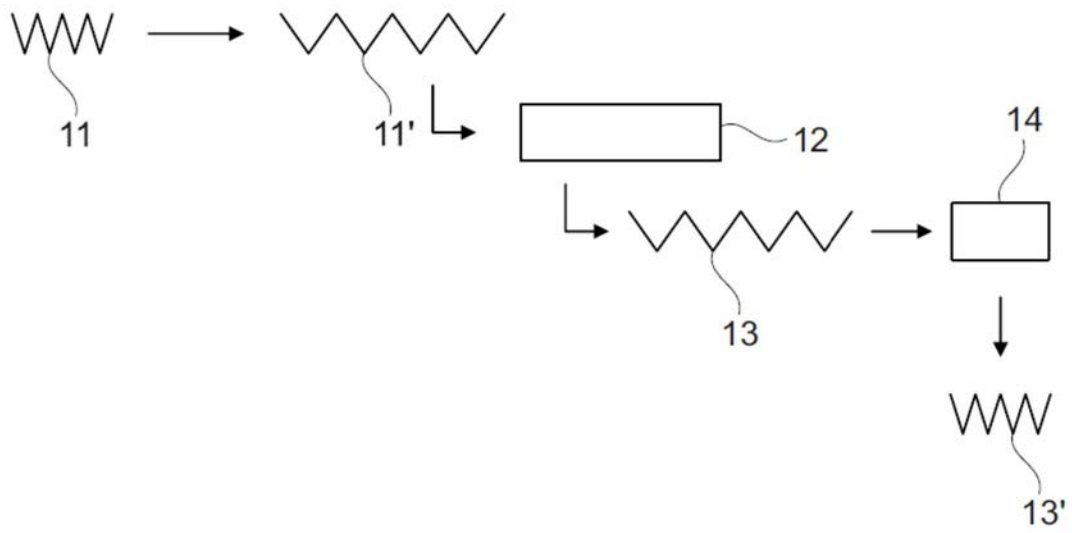


图5