



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112020401 B

(45) 授权公告日 2023.04.04

(21) 申请号 201980025351.9

(22) 申请日 2019.04.11

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112020401 A

(43) 申请公布日 2020.12.01

(30) 优先权数据  
102018205585.8 2018.04.12 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.10.12

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2019/059358 2019.04.11

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/197586 DE 2019.10.17

(73) 专利权人 弗劳恩霍夫应用研究促进协会  
地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 弗朗兹-约瑟夫·沃斯特曼  
马提亚斯·布塞

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司  
11332  
专利代理师 王瑞朋 卫娟

(51) Int.Cl.  
B22C 7/02 (2006.01)

审查员 马丽娜

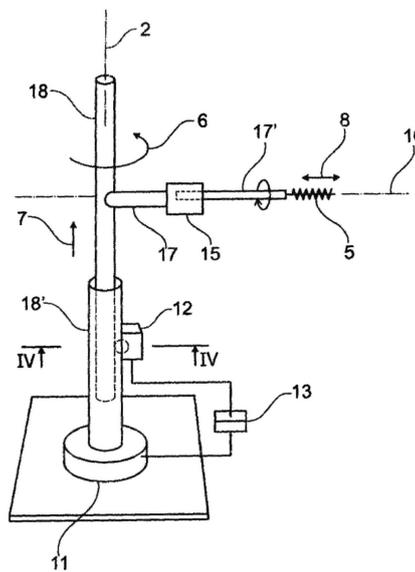
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

## (54) 发明名称

制造螺旋形的铸模的方法

## (57) 摘要

本发明涉及用于制造螺旋形的铸模(1)的方法,其中一方面将具有中心纵轴线(2)、沿着该纵轴线(2)的方向延伸的中心空腔(3)和将该空腔包围的模型体壁(4)的、特别是由EPS、EPMMA、共聚物或石蜡制成的缆索状的模型体(1')并且另一方面将用于制造凹部(16)的加工工具(5,5')设置为,使得加工工具(5,5')沿着针对纵轴线(2)的径向方向至少部分穿过模型体壁(4)延伸并且使得围绕模型体的纵轴线(2)或者与该纵轴线平行的轴线彼此相对地旋转驱动加工工具(5,5')和/或模型体(1'),其中,在旋转运动(6)期间或与该旋转运动交替地、持续不断地或至少间歇地沿着平行于纵轴线(2)的方向产生在模型体与加工工具之间的相对运动(7)。由此实现在模型体中构成螺旋形凹部和最佳化利用空间地制造螺旋形铸模。



1. 用于制造螺旋形的铸模(1)的方法,其中一方面将具有中心纵轴线(2)、沿着该纵轴线(2)的方向延伸的中心空腔(3)和将该空腔包围的模型体壁(4)的缆索状的模型体(1')并且另一方面将用于制造凹部(16)的加工工具(5,5')设置为,使得所述加工工具(5,5')沿着针对所述纵轴线(2)的径向方向至少部分穿过模型体壁(4)延伸,并且使得围绕所述模型体的纵轴线(2)或者与该纵轴线平行的轴线彼此相对地旋转驱动所述加工工具(5,5')和/或模型体(1'),其中,在旋转运动(6)期间或者与该旋转运动交替地、持续不断地或至少间歇地沿着平行于所述纵轴线(2)的方向产生在所述模型体与所述加工工具之间的相对运动(7),其中,至少一个加工工具(5,5')具有缆索或带材,其被保留在两个支承点之间并且在所述模型体(1')与所述加工工具(5,5')的相对运动期间被保持,并且其中一个支承点被设置在模型体的空腔内而第二支承点被设置在模型体的径向外侧。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:在所述加工工具(5,5')与所述模型体(1')之间的相对旋转运动(6)的旋转速度和/或在加工工具与模型体之间的沿着所述纵轴线(2)的方向的相对运动(7)的速度在制造模型体期间至少在一个时段期间保持恒定不变。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:在制造模型体期间改变在加工工具(5,5')与模型体(1')之间的相对旋转运动(6)的旋转速度和/或在加工工具与模型体之间的沿着所述纵轴线(2)的方向的相对运动(7)的速度。

4. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:使两个或更多个加工工具(5,5')同时相对所述模型体(1')运动。

5. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:至少一个加工工具(5,5')具有可旋转驱动的圆盘(9)。

6. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:除了加工工具和/或模型体的旋转运动之外,在加工工具与模型体之间额外地进行第二相对运动,该第二相对运动垂直于所述纵轴线定向,其中,所述旋转运动和/或沿着纵轴线的相对运动与所述第二相对运动至少间歇地重叠,并且/或者在所述第二相对运动期间至少间歇地中断所述旋转运动和/或沿着纵轴线的相对运动。

7. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:在制造工序期间对至少一个加工工具(5,5')进行加热。

8. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:至少一个加工工具(5,5')构造为缆索形的,并且在制造工序期间围绕其纵轴线(10)旋转地驱动该加工工具。

9. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:至少一个加工工具(5,5')构造为缆索形的并且在制造工序期间振动地沿着其纵轴线(10)的方向运动。

10. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:所述模型体(1')的外部尺寸和/或空腔(3)的尺寸沿着所述纵轴线(2)变动。

11. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:所述模型体(1')具有矩形的或圆形的底面,其中所述模型体(1')的外部尺寸构成多面体、柱体或截锥体,其中所述多面体是长方六面体或平截头棱锥体。

12. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其特征在于:在制造所述凹部(16)时通过如下方式悬挂地支承所述模型体(1'),即,将该模型体紧固在上部区域中,其中,从下向上构成所述凹部。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,在模型体下侧设置接盘,该接盘随着模型体一起平移且旋转地运动并且接纳模型体的随着凹部的构成通过重力向下拉的缆索。

14. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其中,与所述凹部(16)一起在模型体(1')中构成凹槽(16'),该凹槽在模型体壁中从内侧或外侧起垂直于所述纵轴线延伸,或者该凹槽从所述凹部起沿着所述纵轴线的方向延伸。

15. 根据权利要求1至3之任一项所述的方法,其中,在构成所述凹部(16)时利用所述加工工具同时加工缆索的轮廓,将缆索的边棱倒圆和/或构成功能轮廓。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述功能轮廓包括一个或者多个冷却片和/或一个或者多个定位辅助工具和/或一个或者多个装配辅助工具和/或一个或者多个冷却通道。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,为了制造冷却通道在缆索的一侧或多侧构成凹深部并且接着在缆索的上侧和/或下侧设置有凹深部的情况中通过将相邻的圈压合而将该凹深部封闭。

18. 用于螺旋形的铸模(1)的加工设备,其特征在于:

用于在模型体(1')中制造凹部(16)的加工工具(5,5'),以及

第一驱动设备(11),该第一驱动设备用于围绕平行于模型体的纵轴线(2)或者与该纵轴线一致的轴线彼此相对地旋转驱动模型体(1')和/或加工工具(5,5'),和

第二驱动设备(12),该第二驱动设备用于沿着平行于所述模型体的纵轴线(2)的方向(7)彼此相对地平移驱动模型体(1')和/或加工工具,

其中,至少一个加工工具(5,5')具有缆索或带材,其被保留在两个支承点之间并且在所述模型体(1')与所述加工工具(5,5')的相对运动期间被保持,并且其中一个支承点被设置在模型体的空腔内而第二支承点被设置在模型体的径向外侧。

19. 根据权利要求18所述的加工设备,其特征在于:所述加工工具(5,5')设置用于,在模型体(1')中制造一个或多个凹部(16),切削地或腐蚀地或通过局部熔化来加工模型体。

20. 根据权利要求18或19所述的加工设备,其特征在于控制装置(13),该控制装置协调地控制第一驱动设备(11)以及第二驱动设备(12)。

21. 根据权利要求18或19所述的加工设备,其特征在于用于加工工具(5,5')的加热设备(14)。

22. 根据权利要求18或19所述的加工设备,其特征在于第三驱动设备(15),该第三驱动设备用于颤动地、振动地或围绕本身的纵轴线(10)旋转地驱动所述加工工具(5,5')。

23. 根据权利要求18或19所述的加工设备,其中,所述加工工具包括用于在模型体中构成凹部的热风射流、水射流或激光射流。

## 制造螺旋形的铸模的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机械制造领域、更具体地说涉及铸造技术领域并且能够特别有益地应用在使用消失模的方法中、例如应用在所谓的消失模铸造法或失蜡铸造法中以及应用在精密铸造法中。如果应利用铸造法制造螺旋体，那么利用消失模的铸造法特别好地适于此。

### 背景技术

[0002] 可以以可溶解的模型体的形式制造消失模，这些消失模例如在金属铸造中通过热金属熔体溶解和挥发或者从通过消失模占据的空间中泄出和被金属熔体挤出。

[0003] 根据需铸造的物体的复杂性，这种模型体的制造会是高成本的，这些模型体基本上事先确定用于后期需利用铸造法制造的物体的形式。特别是在制造弹簧或线圈的情况中附加有针对可导电性和/或材料特性均匀性的额外要求。

[0004] 由现有技术已知的是：铣削或借助热丝切削这样的由适当的材料、例如泡沫材料或石蜡构成的模型体。例如可以考虑通过借助发泡模具的发泡进行批量生产。由于所追求的最终产品的复杂性常常不得不单独制造部分几何形状并将其组合为一个模型体。这样的部分模型体的连接部位基本上是有问题的，因为它们在铸造过程器件会导致铸造缺陷或者材料特性的不均匀性。根据每年需组合的部分模型体的数量和需生产的部件的数量，这个组装工序会变得不经济。

### 发明内容

[0005] 在现有技术的背景下，本发明的目的是：实现一种用于制造螺旋形的铸模的方法，该方法能够以低成本实现复杂的铸模的制造以及批量生产并且同时在以下方面是多变的，即，铸模的形式能够容易地适配铸造体的变化的要求。

[0006] 根据本发明，所述目的通过具有权利要求1的特征的方法得以实现。与此相关的从属权利要求介绍了该方法的可能的实施方式。

[0007] 此外，本发明涉及根据权利要求19所述的加工设备和这种设备的实施方式，在与此相关的权利要求中示出了这些实施方式。

[0008] 因此，本发明涉及一种用于制造螺旋形的铸模的方法，其中一方面将具有中心纵轴线、沿着该纵轴线的方向延伸的中心空腔和将该空腔包围的模型体壁的、特别是由EPS（聚苯乙烯泡沫）、EPMMMA、共聚物或石蜡构成的缆索状的模型体且另一方面将用于生成凹部的加工工具如下地设置，即，所述加工工具沿着针对纵轴线的径向方向至少部分、特别是完全穿过模型体壁延伸，并且围绕模型体的纵轴线或平行于该纵轴线的轴线彼此相对旋转地驱动加工工具和/或模型体，其中，在旋转运动期间或者与其交替地、持续不断或至少间歇地沿着平行于所述纵轴线的方向产生模型体与加工工具之间的相对运动。

[0009] 所述加工工具构成为：它将模型体的材料挤出、移除或腐蚀或通过其它方式有针对性地在材料中产生空腔。这特别可以在一个唯一的工序中进行。作为加工工具也可以使用热风射流、水射流或激光射流。射流源在此位于需加工的模型的中心。为了加工，射流源

和/或模型可以旋转、在Z轴上上下运动、特别是为了调节射流源与加工点之间的保持不变的间距而在X-Y平面中的弯轨上运动。例如如在上述加工工具中那样进行用于制造螺旋线的运动。

[0010] 因此从例如可以构成为棱柱、柱体或长方六面体并且在其内部具有空腔的模型体出发,通过加工工具在模型体中构成螺旋形的凹部。为此将加工工具设置在模型体内部的空腔中并且使其如下地枢转,即,该加工工具贯穿模型体壁并将模型体的材料移除或挤出。所述加工工具为此可以如在下面还将详细说明的那样构成为例如锯片状的、锉刀状的或热丝的形式。

[0011] 作为材料例如一般可以使用热塑性塑料,该热塑性塑料在铸造工序期间的需铸造的金属的温度中熔化或汽化并从模具中流出。作为示范性的热塑性塑料例如可以使用以下材料:丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(ABS)、聚酰胺(PA)、聚乳酸(PLA)、聚甲基丙烯酸甲酯(EPMMA或EPS)、聚碳酸酯(PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚烯烃如聚乙烯(PE)和聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS或EPS)、聚醚醚酮(PEEK)和聚氯乙烯(PVC)、赛璐珞。同样可以使用石蜡、如其在精密铸造中使用的那样或者使用包括石蜡和塑料的混合物。

[0012] 因为加工工具可以围绕模型体的纵轴线旋转或者枢转,所以能够在模型体中构成基本上盘形的凹部。所述加工工具可以同时或与这个运动交替地沿着模型体的纵轴线运动,使得加工工具的运动轨迹相对模型体的纵轴线倾斜并且由此在模型体壁中制造螺旋状的凹部。

[0013] 在加工工具非持续不断地进行进给运动的情况中也可以形成凹部,该凹部圆盘形地设置在模型体壁中并且分级地沿着模型体的纵轴线延续,以便然后再次作为环绕的盘形凹部延续。这在模型体中产生分级式的螺旋形的凹部。

[0014] 由此在任何情况下在模型体中形成连续的凹部,该凹部构成为,使得模型体的保留部分本身具有螺旋线的形式。如果然后为了产生铸造体而按照消失模或消失模型铸造法给这个铸模浇铸或者浇注金属熔体,那么该铸造体也具有螺旋线的形式并且例如可以用作电气线圈或用作螺旋弹簧。

[0015] 如果在空腔设置在模型体中时,这个空腔关于模型体的纵轴线对称设置,那么可以产生厚度均匀的、环绕的模型体壁。如果空腔不对称地设置在模型体中,那么产生厚度沿着模型体的周向变化的模型体壁。此外,所述空腔可以沿着模型体的纵轴线变化、例如锥形地或金字塔形地聚拢延伸。由此沿着模型体的纵轴线产生模型体壁的可变的壁厚。这些措施在后期形成的铸造体中产生形成的线圈或弹簧的圈的可变厚度。在将凹部制造或者加工到模型体壁中期间也可以通过如下方式使模型体壁中的螺旋形的凹部的斜度变化,即,使加工工具的进给运动的速度相对该加工工具的旋转速度变动。

[0016] 螺旋形的铸模有益地如下成形和确定尺寸,即,它具有在工艺中继续使用所需的固有稳定性并且既不由于其自重之故、也不通过操作中的轻微碰撞而显著变形。因此可能的尺寸主要取决于制造它的材料。

[0017] 特别是可以规定:螺旋形模型的、分别构造为缆索状的各个圈具有矩形的或者椭圆形的横截面形状。可以沿着针对螺旋形的模型体的纵轴线的径向方向和沿着针对同样的纵轴线的径向方向标定构成螺旋形的缆索的这个横截面形状的尺寸。例如可以在螺旋形的模型体的最大半径( $r$ )的部位上以其半径的分数或倍数的形式标定这些尺寸。于是例如缆

索状螺旋线的横截面的尺寸沿着径向方向可以为最小 $0.1r$ 、特别是最小 $0.2r$ 或 $0.3r$ 。这个尺寸例如也可以小于 $0.8r$ 、特别是小于 $0.5r$ 。例如这个尺寸可以在 $0.1r$ 与 $0.8r$ 之间或者在 $0.2r$ 与 $0.5r$ 之间或者在 $0.3r$ 与 $0.5r$ 之间。

[0018] 此外,例如螺旋线沿着针对所述纵轴线的轴向方向的尺寸可以为最小 $0.1r$ 、特别是最小 $0.2r$ 或 $0.3r$ 。这个尺寸例如也可以小于 $0.8r$ 、特别是小于 $0.5r$ 。例如这个尺寸也可以在 $0.1r$ 与 $0.8r$ 之间或者在 $0.2r$ 与 $0.5r$ 之间或者在 $0.3r$ 与 $0.5r$ 。

[0019] 构成螺旋线的缆索的横截面形状例如可以是正方形的。横截面沿着轴向方向的尺寸与沿着针对所述纵轴线的径向方向的尺寸的比例例如可以在 $0.3$ 比 $1$ 与 $1$ 比 $0.3$ 之间、特别是在 $0.5$ 比 $1$ 与 $1$ 比 $0.5$ 之间。

[0020] 螺旋线的横截面尺寸以螺旋线的半径 $r$ 为单位标定可以大于 $0.01r^2$ 、特别是大于 $0.05r^2$ 、更特别大于 $0.1r^2$ 。这些尺寸标定例如可以适用于螺旋线由蜡构成的情况。

[0021] 若螺旋线由树脂、共聚物或热固性塑料或者一般而言由塑料构成,那么各个线性尺寸能够满足同样的条件或者也可以小得多,例如小于上面标定的尺寸的一半,并且横截面面积小于标定的尺寸的 $0.3$ 倍。

[0022] 所述方法的设计方案例如可以规定:加工工具与模型体之间的旋转相对运动的旋转速度和/或加工工具与模型体之间沿着纵轴线的方向的相对运动的速度在制造模型体期间至少在一个时段期间保持恒定不变。由此沿着模型体的轴线产生该模型体的至少一个区段,在该区段中通过加工工具构成在模型体中的凹部具有斜度恒定不变的螺旋线的形式。

[0023] 原则上也可能的是:如果在一个时段中加工工具的旋转运动停止并且该加工工具仅仅沿着平行于模型体的纵轴线的方向运动,那么构成的凹部沿着其走向与模型体的纵轴线局部平行地延伸。另一方面,如果在一个加工时段中加工工具仅仅通过旋转运动围绕模型体的轴线运动,而在这个时段中不进行平行于模型体的纵轴线的进给运动,那么所述凹部有些部位或局部也可以在垂直于模型体的纵轴线的平面中延伸。

[0024] 也可以规定:在制造模型体期间改变加工工具与模型体之间的旋转相对运动的旋转速度和/或加工工具与模型体之间沿着纵轴线的方向的相对运动的速度。在这种情况下,模型体中的螺旋状的凹部不是斜度恒定不变的螺旋线,而是螺旋线的斜度沿着模型体的纵轴线是可变的。

[0025] 也可以规定:使两个或更多个加工工具同时、特别是共同相对模型体运动。在这种情况下,例如可以同时也在模型体中构成多个螺旋状的凹部,这些凹部相互交织地设置并且沿着模型体的纵轴线的方向彼此相对移动。通过这种方式制造多个相互咬合的螺旋形的模型体或者一个具有多个交织咬合的螺旋形区段的模型体。

[0026] 所述方法的另一设计方案可以规定:至少一个加工工具具有保持在两个支承点之间的特别是由金属构成的缆索或带材,其在模型体与加工工具的相对运动期间保持拉紧。支承点中的一个支承点例如可以设置模型体的空腔内而第二支承点可以设置在模型体的径向外侧。在这些支承点之间保持拉紧的缆索或带材(其是加工工具的组成部分)由此贯穿模型体壁并且例如可以构成为锉刀状的或锯片状的或者也可以构成为可按照热丝方式加热。

[0027] 然而也可能的是:至少一个加工工具具有缆索状的或带状的、仅仅保持在其端部中的第一端部上的加工主体。在这种情况下,加工工具构造为刚性足够大,使得其能够保持

在其端部之一上、特别是保持在空腔内并且能够穿过模型体壁运动。在这种情况下,加工工具可以构造为刚性的线材或金属片材或类似物,其中,带材、丝或片材可以构造为直的亦或弯曲的。特别是在构造为热丝的情况中,可以借助热丝的轮廓实现模型体的各螺旋圈(Wendelgang)的期望造型。也可以同时使用多个这样的、具有不同攻角的加工工具,使得可以实现模型体的各螺旋圈的轮廓的最初切槽(Anschnitt der Kontur)。

[0028] 例如也可以规定:在凹部成形在模型体中时可以有针对性地例如通过缺口构成标记,该标记在后期的方法步骤中可以用于对工具或模具定位。

[0029] 也可以规定:至少一个加工工具具有可旋转驱动的圆盘。通过该可旋转驱动的圆盘可以在模型体中构成切口,其中,该圆盘可以要么构成为刀片,要么构成为圆锯片。

[0030] 除了通过切削或者说切除加工在模型体中构成凹部的可能性之外,也可以规定:在制造工序期间对至少一个加工工具进行加热。若将加工工具加热到位于构成模型体的材料的熔点范围内的温度,那么可以应用热丝切割法。

[0031] 若追求借助缆索状加工工具的切削或者说切除加工,那么可以规定:在制造工序期间围绕这个加工工具的纵轴线旋转地驱动该加工工具。该加工工具为此可以在其外周上具有齿部或粒度或至少粗糙度,其导致对模型体进行锉刀式切除。

[0032] 作为可选方案或补充方案,缆索状的加工工具在制造工序期间也可以颤动或振动地沿着其纵轴线方向运动。加工工具由此进行用于切除模型体材料的锯式的振动运动。这个振动运动的行程可以在几分之一毫米与数毫米之间变动。

[0033] 在所述方法中可以规定:模型体的外部尺寸和/或空腔的尺寸沿着所述纵轴线变动。例如,模型体或者其外部尺寸可以沿着所述纵轴线的方向逐渐变小。作为可选方案或者补充方案,所述外部尺寸可以具有沿着所述纵轴线可变的几何形状。例如模型体可以具有矩形的或圆形的底面。模型体的外部尺寸够可以构成多面体、特别是长方六面体或平截头棱锥体、柱体或截锥体。在多面模型体的情况中,边棱或者边棱的至少一部分、特别是从上侧到下侧延伸的那些边棱可以是倒圆的。如已经提及的那样,作为所述外部尺寸的可选方案或者补充方案,空腔可以沿着所述纵轴线变动,例如逐渐变小或者改变其几何形状。内部空腔的几何形状可以与模型体的外部形状一致(例如二者可以是柱形的,或者二者可以是锥形的,或者二者可以是长方六面体形的,或者二者可以是金字塔形的),或者内部空腔的几何形状可以与外部空腔的几何形状不同(例如在长方六面体形的模型体中可以设置柱形凹部,或者反过来)。

[0034] 在所述方法的可能实施方式中,在制造凹部时所述模型体通过如下方式悬挂地支承,即,将它紧固在上部区域中。那么例如可以从下向上构成凹部。这样通过重力导致:随着凹部的构成渐渐与其余模型体分开的缆索被拉向下方。通过这种方式能够避免缆索与其余模型体或者位于其上的缆索区段非预期地重新连接。当利用热的加工工具构成凹部,并且当如果分开的缆索与其余模型体相互触碰,由于缆索融化之故存在重新连接的危险时,这会是特别适宜的。为了防止由于自重导致的非预期的或者过于严重的变形,可以在加工设备下部安装接盘,该接盘旋转地和/或平移地一同运动。所述盘可以接纳在模型体变形的情况下由重力向下拉的、脱离的缆索并且通过这种方式限制模型体变形。

[0035] 在所述方法的一种可能的设计方案中,在模型体中构成凹槽,该凹槽在模型体壁中沿着内侧或外侧垂直于所述纵轴线延伸,或者该凹槽从所述凹部出发沿着所述纵轴线的

方向延伸。加工设备为此可以具有切槽刀。该切槽刀可以是本申请意义上的加工工具,该加工工具沿着径向方向仅仅部分穿过模型体壁延伸。切槽刀可以从加工工具出发沿着纵轴线的方向延伸,以构成沿着纵轴线的方向延伸的凹槽。作为可选方案或者补充方案,切槽刀可以作为单独的加工工具经由第二伸臂与加工设备的主轴连接,特别是用于在模型体壁的内侧上提供凹槽。作为可选方案或者补充方案,为了能够实现在模型体壁的外侧上构成凹槽,切槽刀可以例如通过如下方式相应地设置在外侧,即,它经由连接件与加工工具紧固在同一个伸臂上。

[0036] 在所述方法中可以规定:在构成凹部时利用加工工具同时加工缆索的轮廓。与此同时可以例如通过相应设计的加工工具将缆索的边棱倒圆和/或构成功能轮廓。所述功能轮廓可以包括例如一个或者多个冷却片和/或一个或者多个定位辅助工具和/或一个或者多个装配辅助工具和/或一个或者多个冷却通道。为了制造冷却通道,可以在缆索的一侧或多侧上构成特别是上述凹槽形式的凹深部并且和接着将该凹深部封闭、特别是通过将相邻的圈压合,这例如在缆索的上侧和/或下侧上设置有凹深部的情况下是适合的。

[0037] 在所述方法中可以规定:除了加工工具的和/或模型体的旋转运动之外,额外地在加工工具与模型体之间进行第二相对运动,该第二相对运动垂直于所述纵轴线定向,其中,旋转运动和/或沿着纵轴线的相对运动与第二相对运动至少间歇地重叠,并且/或者在第二相对运动期间至少间歇地中断旋转运动和/或沿着纵轴线的相对运动。由此特别是能够通过如下方式实现对即使非旋转对称的构件的加工,即,除了凹部之外还构成凹槽或其它功能轮廓或者将边棱倒圆。例如在椭圆形或矩形的模型体中可以选择相应的弯轨,使得例如产生从加工中的部位到中心点的、保持不变的间距。然而通过所述第二相对运动也能够(既在旋转对称的、也在非旋转对称的物体中)控制或者改变凹槽的一定走向或者凹槽的深度。

[0038] 本发明除了上述类型的方法之外还涉及一种用于螺旋形的铸模的加工设备。根据本发明的目的在这样的加工设备中通过用于在模型体中产生凹部的加工工具以及用于围绕平行于模型体的纵轴线或者与该纵轴线一致的轴线相对彼此地旋转驱动模型体和/或加工工具的第一驱动设备和第二驱动设备得以实现,所述第二驱动设备用于沿着平行于模型体的纵轴线的方向相对彼此地平移驱动模型体和/或加工工具。

[0039] 通过在加工工具的运行期间该加工工具的适当受控的运动,可以在第一和第二驱动设备的协调运动中使模型体中通过加工工具制造的凹部具有期望形式。驱动设备通常具有机电特性(elektromechanische Natur),即例如构造为旋转电机或线性电机。特别是当应该产生加工工具的振动运动时,也可以使用任何类型的电磁或者机电的振荡器作为驱动装置。

[0040] 原则上可以规定:加工工具设置用于在模型体中制造一个或多个凹部,特别是切削地或腐蚀地或通过局部熔化来加工模型体。

[0041] 与加工工具的运行类型无关,加工设备有益地设置有控制装置,该控制装置协调地控制第一驱动设备以及第二驱动设备。

[0042] 如果按照热丝的方式运行加工工具,那么这需要用于加工工具的加热设备。

[0043] 若追求通过加工工具对模型体进行切削式或锉刀式的加工,那么产生用于颤动地、振动地或围绕自身纵轴线旋转地驱动加工工具的驱动设备的必要性。

[0044] 若在需制造的线圈/圈/弹簧中设置有紧固元件或连接元件,那么它们已经能够以

其几何形状设置在预制材料中、通过加工运动构成在模型中、或者通过事后对单独元件的接合安装在模型中。在此,这些区域可以与圈的形状不同并且特别是构造为用于螺纹连接、压配、压接、钎焊或熔焊以及包括用于例如输送和排出冷却介质的连接元件。

### 附图说明

[0045] 下面借助图中的实施例示出和随后说明本发明。附图中:

[0046] 图1a至1c是螺旋形铸模的透视图;

[0047] 图1d至1e是螺旋形铸模的侧视图;

[0048] 图2是用于模型体的加工设备;

[0049] 图3是图2所示加工设备的详图;

[0050] 图4是图3的详图中标出的位置的剖视图;

[0051] 图5是加工工具的实施方式;

[0052] 图6是加工设备的另外的形式;

[0053] 图7是悬挂支承的模型体;

[0054] 图8a至8c示出了模型体中凹槽的构成。

### 具体实施方式

[0055] 图1a示出了螺旋形的铸模1,该铸模由具有位于内侧的空腔3的空心柱体构成,其中,在柱体壁/模型体壁4中构成有螺旋状的凹部16。柱体壁4的在螺旋状环绕的凹部16的各个通道之间保留的部分构成螺旋形体,该螺旋形体可以作为铸模在消失模铸造法中通过金属铸造体浇铸而成。由此可以在随后的铸造法中制造金属线圈体或螺旋弹簧或盘簧。

[0056] 在图1a的右下方示出缆索的构成螺旋线的区段。示出的横截面是正方形的:沿着竖直箭头100的方向示出了横截面沿着纵轴线2(轴向)的方向的尺寸,沿着水平箭头101的方向示出了横截面针对轴线2的径向尺寸。

[0057] 铸模1的和以该铸模为基础的模型体1'的纵轴线在图中标注2。

[0058] 图1b示出了具有螺旋形的凹部16的螺旋状的铸模1,其中,其内构成有凹部16的基本模型体是长方六面体形的并且具有长方六面体形的空腔3。模型体的边棱作为选配方案可以是倒圆的。模型体的外部尺寸以及空腔3的尺寸在所示出的实施方式中沿着纵轴线2恒定不变。在此,在其它实施方式中两个尺寸或仅其中一个尺寸沿着纵轴线2可以变动。

[0059] 图1c示出了螺旋形的铸模1的可选的设计方案,该铸模1或者基本模型体具有正方形底面并且沿着纵轴线2的方向向上逐渐变小,因而构成平截头棱锥体。空腔同样具有正方形底面并且向上逐渐变小,即,也随着平截头棱锥体的形状变化。在此,空腔3可以以与外部尺寸等量地逐渐变小,因而使模型体壁4的壁厚保持恒定不变。然而空腔和外部尺寸也可以不同地变化,使得壁厚向上增加或减小。构成的缆索的形状和厚度这样能够沿着径向方向变动。

[0060] 图1d示范性示出了具有凹部16的铸模1的侧视图,该铸模1沿着纵轴线具有不变小的形状。因此它例如可以是具有圆形的或椭圆形的底面的柱体或者是具有矩形的或正方形的底面的长方六面体。在图1d中可以辨别凹部16的可能走向,其中,在所示出的侧面上凹部16的斜度发生变动。构成的缆索的形状和厚度这样可以沿着纵轴线2的方向变动。

[0061] 图1e示出了具有凹部16的铸模1的侧视图,其中,基本模型体与图1d示出的模型体不同,其向上逐渐变小。因此根据模型体的底面,它可以是多面体、特别是平截头棱锥体或截锥体。在图1e中可以看到:凹部16的斜度沿着纵轴线2变动。构成的缆索的厚度在此也沿着纵轴线2的方向如已经在图1d的情况中那样通过凹部16的可变斜度变动。例如,缆索的厚度可以沿着纵轴线2的方向如下地变动,使得当该缆索的厚度沿着径向方向相应地相反改变时,该缆索的横截面恒定不变。

[0062] 图2示意性示出了模型体1'的一个区段的透视图,其中,如在图1中那样纵轴线标注2,空腔标注3而模型体壁/柱体壁标注4。在模型体1'下部示意性示出了具有加工工具5的加工设备,所述加工工具可以在通过箭头6标出的旋转运动中围绕纵轴线2枢转。为此,加工工具5紧固在伸臂17上,该伸臂自身紧固在可旋转驱动的主轴18上。该主轴18可借助旋转驱动装置11驱动。

[0063] 作为补充方案,设置有图2未详细示出的第二驱动装置,该第二驱动装置使加工工具5沿着箭头7的方向平移运动。此外可以设置有另外的驱动装置,该另外的驱动装置使加工工具5沿着其纵轴线10的方向振动运动,其中,示意性地通过双箭头8标出该运动。

[0064] 加工工具5例如可以通过扁平锯片或缆索状锉刀体以及横截面为圆形的锯片来实现。然而如在图5中示出的那样,它也可以具有可单独驱动的圆锯片9。

[0065] 加工工具5构造为:它可以切除模型体1'的材料,以便在模型体中构成凹部16。为此,加工工具5原则上除了切削加工之外还能够实现腐蚀加工或者如下面还将阐述的那样使模型体1'熔化。

[0066] 图3更详细地示出了加工设备的透视图。在该图中为了清楚起见略去了需加工的模型体1',然而画出了其纵轴线2,该纵轴线与主轴18的纵轴线重合。主轴18支承在伸缩管18'中并且能够与该伸缩管18'共同地或者与该伸缩管分开地通过旋转驱动装置11沿着箭头6的方向在旋转运动的范围内驱动。此外,主轴18在伸缩管18'内沿着箭头7的方向可向前平移移动,其中,设置有用于沿着箭头7的方向驱动主轴18或另外的伸缩管的第二驱动装置12,主轴18可在所述另外的伸缩管中滑动。驱动运动6、7相互协调并且通过控制装置13如下地控制,使得例如在同时进行旋转运动和进给运动时通过加工工具5切削规则的螺旋形状。也可以在运动期间改变驱动装置11、12的速度比,使得例如可以跳跃式地或持续不断地改变螺旋线的斜度。此外也可以间歇地中止所述运动之一,使得可以制造不规则的螺旋形状。

[0067] 图4进一步详细示出了线性驱动装置12、即第二驱动装置的功能。其中示出:齿轮12'可旋转地支承在第二驱动装置12内并且是可驱动的,该齿轮与集成在主轴18或滑动支承该主轴18的保持管中的齿条啮合并由此在伸缩管18'内线性驱动主轴18。通常通过可借助控制装置13电控的电动机实施对齿轮12'的驱动。

[0068] 伸臂17紧固在主轴18上,该伸臂支承振动的线性驱动装置15。通过线性驱动装置15使伸臂17的延续部分17'沿着双箭头18的方向顺着伸臂17的轴线10振动地运动。设置在伸臂17的端部上的、锉刀形式的加工工具5因此进行锯式运动以切除模型体壁的材料。

[0069] 图6示出了加工设备的一种变型方案,在该变型方案中又在伸缩管18'内,主轴18借助旋转驱动装置11能被沿着箭头6的方向旋转驱动,并且在该变型方案中,主轴18此外能够借助图6未详细示出的线性驱动装置沿着箭头7的方向驱动。

[0070] 加工工具5'构造为丝,该丝拉紧在加热设备14与紧固在伸臂17上的保持件19之

间。通过借助加热设备14对热丝5'进行加热,使热丝达到模型体1'的材料的熔点以上的温度,从而可以将热丝用于热切割并且通过这种方式在模型体1'中构成凹部16。加热设备14可以例如构造为电源,该电源产生通过热丝5'/加工工具5'的加热电流,以便使这个热丝达到必要的温度。

[0071] 通过加工设备和所述方法的所述设计方案能够制造一种铸模1,该铸模通过如下方式使最佳的体积填充成为可能,即,将螺旋形的凹部16的尺寸保持得小。以此通过利用铸模1生产的金属铸造体能够实现相应的体积充分利用。

[0072] 图7图示了一种方法,在该方法中在制造凹部16时将模型体1'悬挂支承。在此,模型体在上部区域中紧固在紧固设备22上并且通过该紧固设备22保持。在此从下向上沿着在图中画出的箭头的方向构成凹部16。出于清楚的原因,图7未示出加工工具。该加工工具例如也可以悬挂地固定在模型体1'上方,然而它也可以支承在支脚上。向下作用的重力g的作用在于:将渐渐形成的缆索向下拉开。通过这种方式能够避免缆索与其余的模型体或者位于其上的缆索区段非预期地重新连接。当由于缆索融化之故存在重新连接的危险时,例如可以将这个结构结合热的加工工具使用。在其它加工工具的情况中也可以设置模型体1'的悬挂支承。分开的、向下悬挂的缆索也可以由接盘接纳,该接盘只要模型体运动就随着模型体一起运动。

[0073] 图8a至8c示出了具有用于构成凹槽16'的切槽刀5''的加工设备的可能设计方案。

[0074] 图8a示出了切槽刀5'',该切槽刀设置在加工工具5、5'上并且从该加工工具起沿着纵轴线的方向延伸。以此可以制造凹槽16',该凹槽从凹部16起沿着纵轴线2的方向延伸。

[0075] 加工工具5、5'例如可以设置用于,与设置在其上的切槽刀5''一起围绕加工工具的纵轴线10旋转。然而该加工工具也可以构成为不旋转的刀片。在后一种情况中,当不涉及围绕轴线10旋转的设置结构、而是例如切割的、例如热切割的设置结构时,也可以仅仅在缆索的上侧上或仅仅在其下侧上制造凹槽。

[0076] 在图8a的右下方示出了借助所示出的加工工具制造的缆索的横截面。

[0077] 所示出的加工工具也可以设置为对没有切槽刀的加工工具的补充并且沿着纵轴线与这个加工工具间隔开地设置于主轴18上,使得可以制造具有凹槽16'的第一凹部16和如结合前面的附图说明的那样的没有凹槽的另一凹部16。那么典型地在进给速度与旋转速度的比例中应该注意:为这些凹部实现一种斜度,该斜度的尺寸大到使得两个凹部相互不接触。

[0078] 图8b、8c示出了切槽刀5'',借助该切槽刀能够与构成凹部16一起在模型体1'中构成凹槽16',该凹槽在模型体壁中从内侧或外侧起垂直于纵轴线2延伸。

[0079] 切槽刀5''例如可以构造为刀片、特别是构造为经加热的刀片亦或可以构造为圆锯片。

[0080] 在图8b和8c所示的实施方式中,典型地在进给速度(沿着箭头7)与旋转速度(沿着箭头6)的比例中也应该注意:为凹部16和凹槽16'分别实现一个斜度,该斜度的尺寸为使得凹槽16'与凹部16相互不接触。这样可以实现:缆索沿着圈在内侧上(图8b)或在外侧上(图8c)具有凹槽。

[0081] 在图8b和8c的右下方分别再次示出了借助所示出的加工工具制造的缆索的横截面。

[0082] 图8a、8b和8c中的切槽刀可以相互任意组合。这样可以制造在一侧或多侧分别具有一个或多个凹槽的缆索。

[0083] 借助图8a至8c中的设备构成的凹槽16' 的尺寸或者位置可以相对加工设备的主轴18确定。特别是其相对主轴18的径向间距可以通过伸臂17或者第二伸臂17' 或者连接件21确定或者是可确定的。在对切槽刀进行定位时,典型地将模型体的尺寸考虑在内,使得在期望部位上以期望深度制造凹槽。特别是在柱形模型体的情况中,即使加工工具的运动限制在旋转和沿着纵轴线的相对运动上,依然可以使用所述切槽刀。然而特别是图8a中的切槽刀也可以应用在具有足够壁厚的其它模型体中。然而在所述方法中也可以规定:除了加工工具的和/或模型体的旋转运动之外,作为补充方案在加工工具与模型体之间进行第二相对运动,该第二相对运动垂直于纵轴线定向,其中,旋转运动和/或沿着纵轴线的相对运动至少在第二相对运动的一部分期间与该第二相对运动重叠,并且/或者沿着纵轴线的相对运动和/或旋转运动在第二相对运动期间、至少在第二相对运动的一部分期间中断。例如在椭圆形或矩形的模型体的情况中可以选择相应的弯轨,使得例如产生从加工中的部位到中心点的、保持不变的间距。因此特别是能够实现的是:即使在非旋转对称的构件中也构成凹槽或其它功能轮廓或者例如将边棱倒圆。然而通过所述第二相对运动(不仅在旋转对称的而且也在非旋转对称的物体中)也能够控制或者改变凹槽的确定走向或者凹槽的深度。

[0084] 附图标记列表

- [0085] 1 铸模
- [0086] 1' 模型体
- [0087] 2 纵轴线
- [0088] 3 空腔
- [0089] 4 模型体壁
- [0090] 5 加工工具
- [0091] 5' 加工工具(热丝)
- [0092] 5'' 切槽刀
- [0093] 6 加工工具的旋转运动
- [0094] 7 加工工具的平移运动
- [0095] 8 加工工具的振动运动
- [0096] 9 圆锯片
- [0097] 10 加工工具的纵轴线
- [0098] 11 旋转驱动装置
- [0099] 12 第二驱动装置
- [0100] 12' 齿轮
- [0101] 13 控制装置
- [0102] 14 加热设备
- [0103] 15 线性驱动装置
- [0104] 16 凹部
- [0105] 16' 凹槽
- [0106] 17 加工设备的伸臂

---

[0107]	17'	伸臂的延续部分
[0108]	18	加工设备的主轴
[0109]	18'	伸缩管
[0110]	19	保持件
[0111]	20	第二伸臂
[0112]	21	连接件
[0113]	22	紧固设备

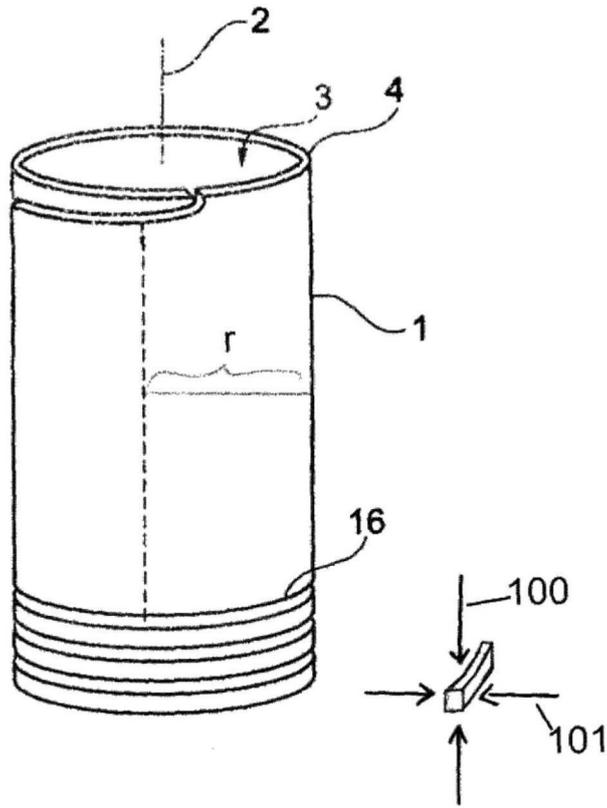


图1a

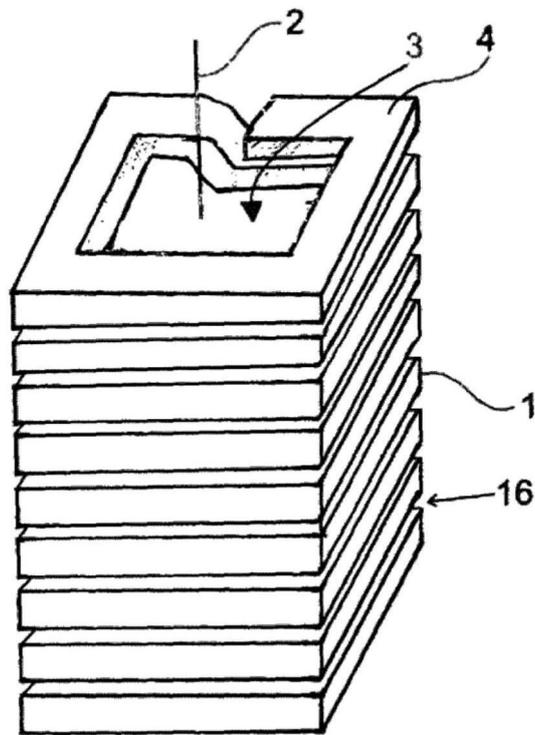


图1b

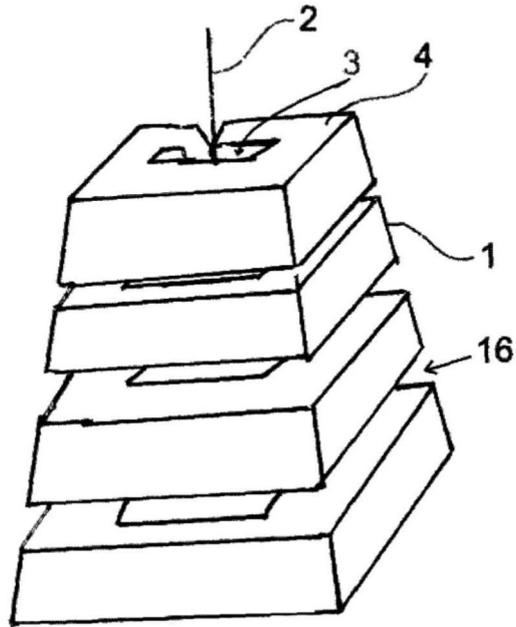


图1c

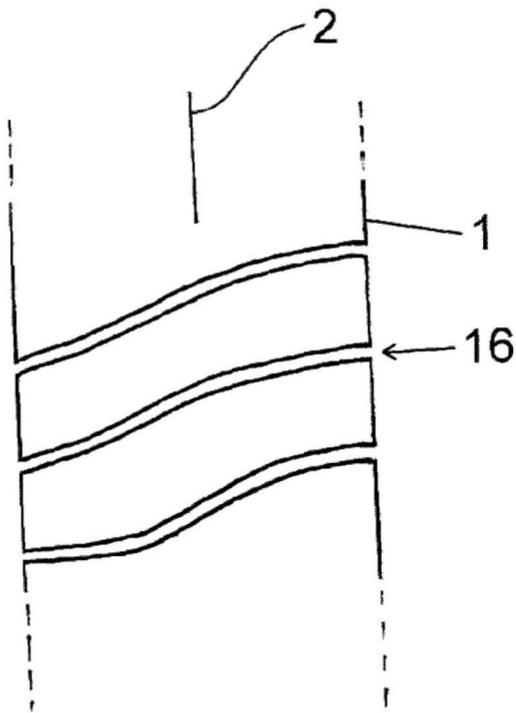


图1d

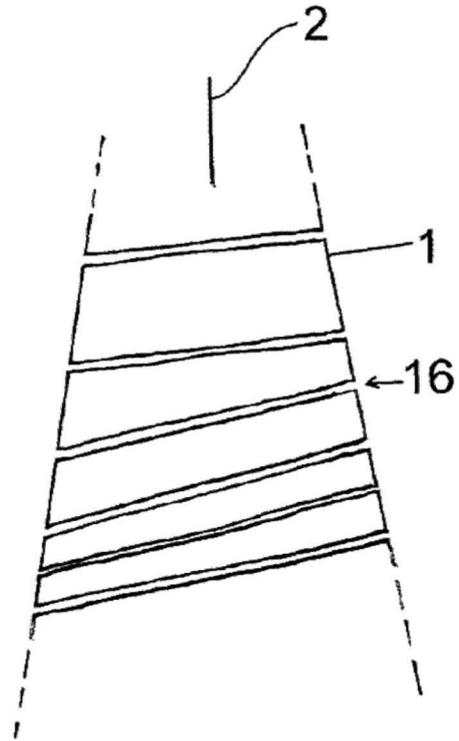


图1e

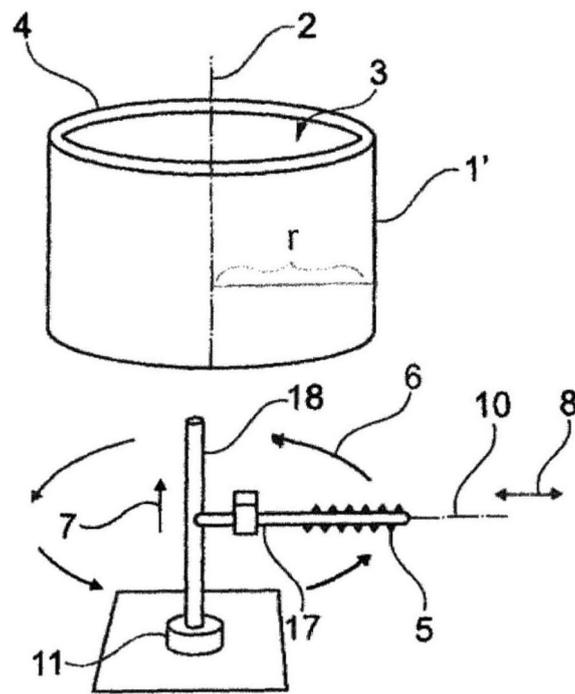


图2

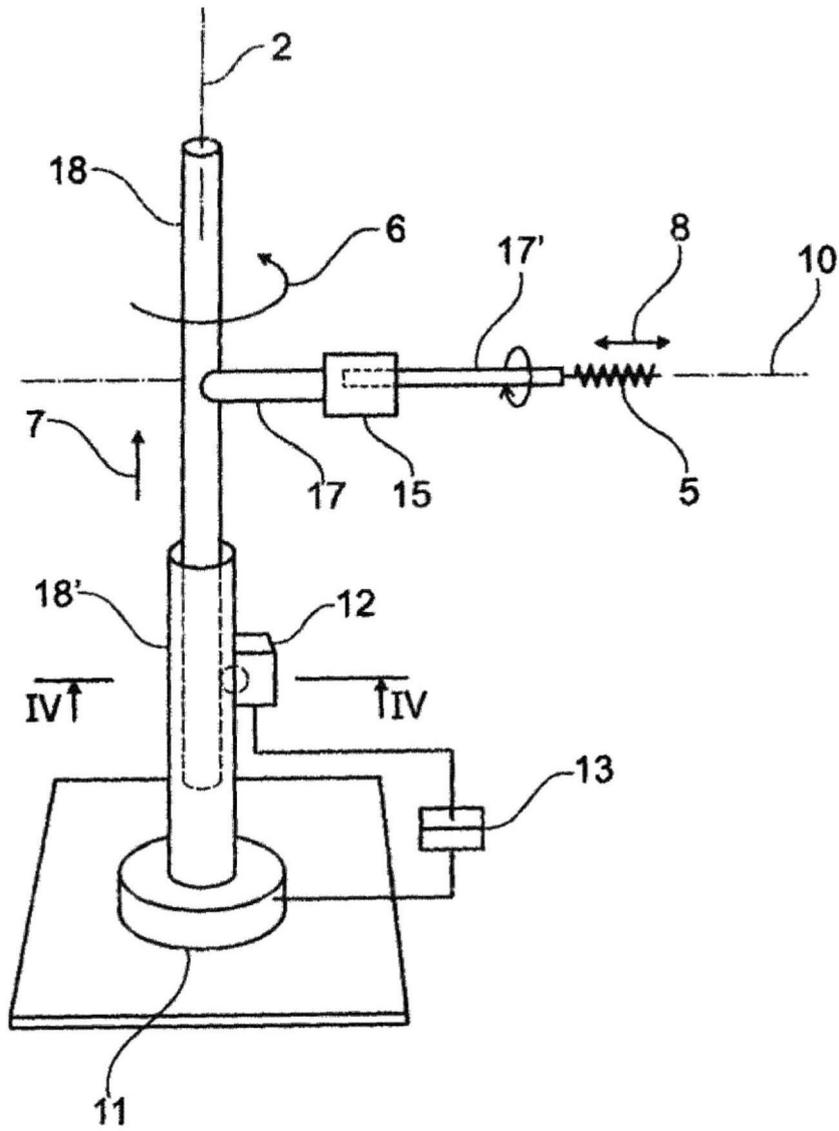


图3

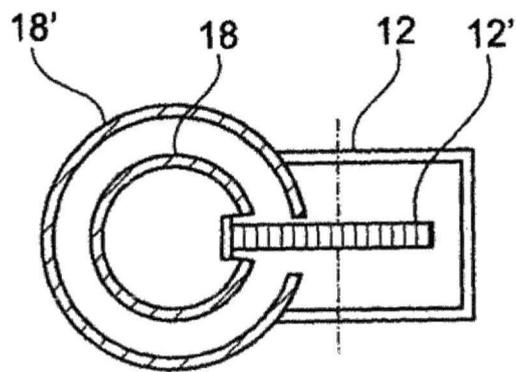


图4

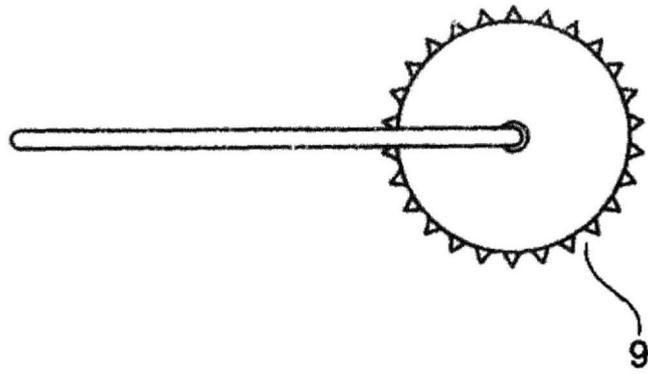


图5

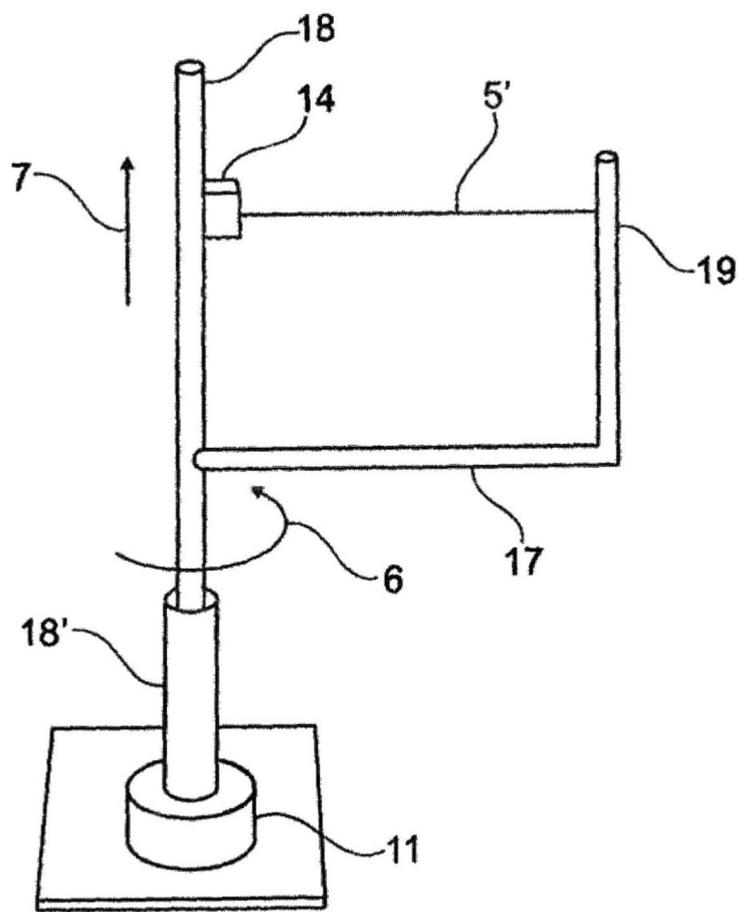


图6

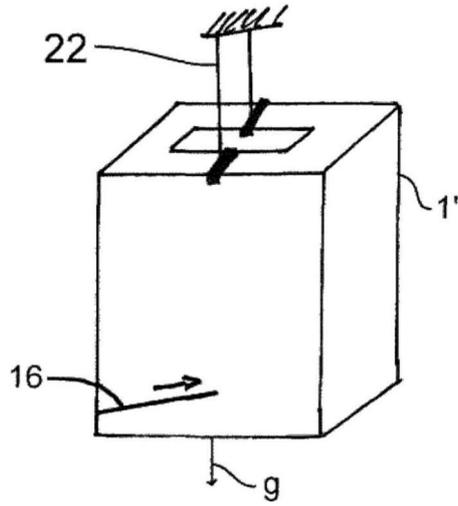


图7

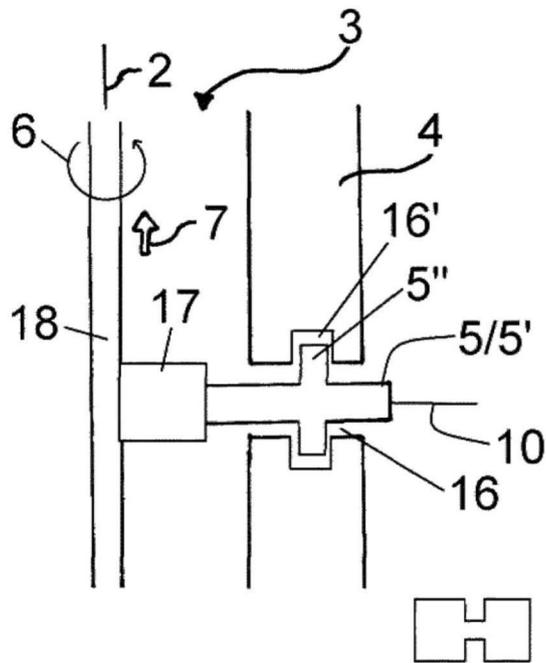


图8a

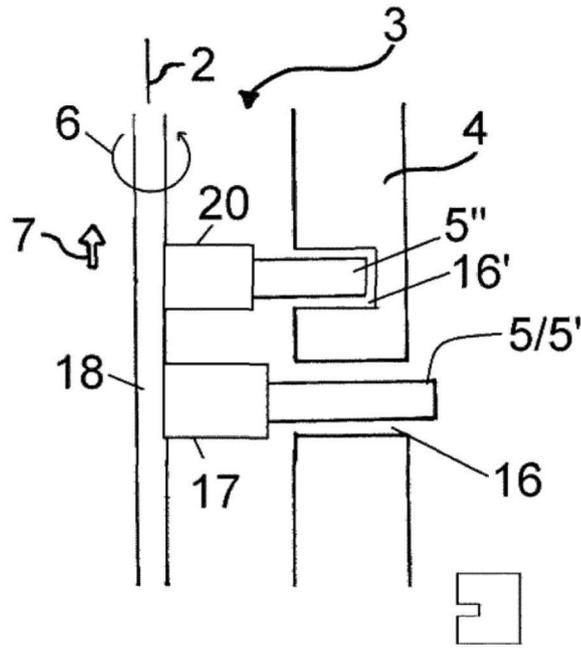


图8b

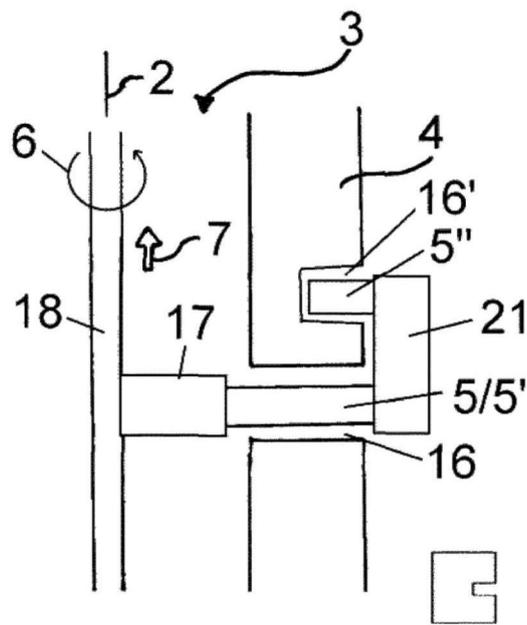


图8c