

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710019965.5

[51] Int. Cl.

F28F 1/36 (2006.01)

F28F 1/42 (2006.01)

B21D 53/06 (2006.01)

B21D 37/10 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100442000C

[22] 申请日 2007.2.1

[21] 申请号 200710019965.5

[73] 专利权人 江苏萃隆铜业有限公司

地址 215562 江苏省常熟市辛庄镇杨园

共同专利权人 上海理工大学

[72] 发明人 陆明华 张春明 罗 行

[56] 参考文献

US4337824 A 1982.7.6

US 2003/0094272 A1 2003.5.22

WO 03/050467 A1 2003.6.19

US 4086959 1978.5.2

US5003690 A 1991.4.2

审查员 李 娜

[74] 专利代理机构 常熟市常新专利商标事务所
代理人 朱伟军

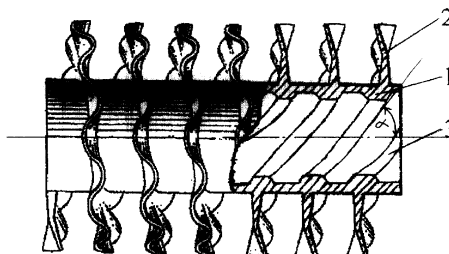
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 6 页

[54] 发明名称

一种高翅片热交换管的加工方法

[57] 摘要

一种高翅片热交换管，属于热交换部件及制造技术领域。包括管体和结合在管体外壁上的外翅片，所述的外翅片在管体外壁直接以螺旋状朝管体的轴线方向延伸，而且，外翅片的翅片整体向两侧交替偏移而构成波浪形。优点：在管体外壁直接构成波纹状高翅片，强化了管外气侧的换热，使传热系数提高了 10%；与已有技术中的绕片管相比，消除了管体与翅片根部之间的接触热阻；波纹状高翅片的波纹形状由翅片与波纹形翅片成型模相对运动的轨迹决定，波纹形状特殊，诱导气流沿管体半径方向趋向于管体和背离管体流动，对气流的横向扰动大于现有技术；方法简单，只需在已有技术的基础上设置相应的波纹翅片成型模，即能得到波纹状高翅片管。



1、一种高翅片热交换管的加工方法，其特征在于它包括以下步骤：

A) 按要求选取管体；

B) 配备三组各由开槽模、直翅片成型模、波纹翅片成型模所构成的组合模具；

C) 将选取的管体置于三辊热轧机上；

D) 将三组组合模具分别固定到三辊热轧机的三根滚模轴上，并且围绕于管体；

E) 驱动三辊热轧机工作，由滚模轴携三组组合模具同步旋转而对管体的外壁成型出外翅片并且使所成型出的外翅片整体向两侧交替偏移成波浪形，得到翅高为 5-20mm、翅距为 2-5mm、波浪数在圆周上的个数为 3-10 个的高翅片热交换管。

2、根据权利要求 1 所述的高翅片热交换管的加工方法，其特征在于步骤

A) 中所述的管体为经过热处理的牌号为 TP2 或 T2 铜管，并且该铜管的抗拉强度为 230-240MPa、延伸率 $\geq 40\%$ 、HV 值在 40-50 之间、晶粒度 $\geq 0.02\text{mm}$ 。

3、根据权利要求 1 所述的高翅片热交换管的加工方法，其特征在于步骤

B) 中所述的组合模具的开槽模、直翅片成型模分别为圆盘形刀模，所述的波纹翅片成型模由第一、第二模瓣相配合构成，呈圆盘状，第一、第二模瓣上彼此交替设置有凹缘和凸缘，第一模瓣上的凸缘与第二模瓣上的凹缘相配合，第二模瓣上的凸缘与第一模瓣上的凹缘相配合。

4、根据权利要求3所述的高翅片热交换管的加工方法，其特征在于所述的凹缘和凸缘位于第一、第二模瓣的边缘部位，凹缘的形状为半球状凹缘，而凸缘的形状为半球状凸缘。

5、根据权利要求3所述的高翅片热交换管的加工方法，其特征在于所述的凹缘的形状为半圆柱状凹缘，所述的凸缘的形状为半圆柱状凸缘。

一种高翅片热交换管的加工方法

技术领域

本发明涉及一种高翅片热交换管，应用于空冷器或散热器上，作为诸如气—气、气—水、气—油的强化热交换部件，并且还涉及高翅片热交换管的加工方法，属于热交换部件及制造技术领域。

背景技术

高翅片管通常指翅片高度为5—15mm的翅片管，一般用铝管、钢—铝管、钢—不锈钢管等单金属管或复合金属管滚轧而成，其肋化面积为光管的5—12倍，主要用于强化气体侧的传热，一般总传热系数较光管提高50—100%，广泛用于食品干燥、制药、化工、石油化工空气冷却以及其它行业。

应用于上述领域的热交换管在专利文献中可较多地见诸，例如US2667337公开了一种波纹形绕片管，其结构是由金属圆管和螺旋状翅片组成，翅片上形成有波纹，波纹从外缘向内延伸一段距离并且宽度和深度逐渐减小直至消失。这种结构所存在的欠缺之一，由于螺旋状的翅片是通过焊接而结合到圆管上的，因此，时常会出现翅片与圆管管体之间的分离现象，故使用上的耐久性差，使用寿命短；之二，翅片与圆管管体之间的焊点部位会增大接触热阻而影响换热性能；之三，由于是分体制作后构为一体的，因此工序步骤多，制作时间长。

又，CN2144290Y公告了一种高效翅片传热管，该传热管的内外表面均轧制螺旋形沟槽，并在管外表面的螺旋形沟槽内压焊翅片带形成高翅片，翅片带为花瓣式或波纹式翅片带，该技术方案同存US2667337之不足。

及，CN2657842Y披露了一种高翅片换热管制作装置，按照其教导仅能加工出平直形的高翅片，而平直形翅片对换热效果的改善积极意义甚微。

还，US4337824 教导了一种复合翅片管，采用三辊轧机一次成型在管外轧出翅片（高度 2.8 mm）和管内螺旋状波纹槽，首先，其所得到的换热管为低翅片管；其次，翅片为直翅；再有，按照其说明书描述及附图展示是无法使人们领悟出在金属圆管管外获得花瓣状或称波浪形的翅片的，即无法得到换热效果理想的换热管。

再，CN2326929Y 揭示了一种复合式换热管，由钢管管体外壁复合纯铝整体高翅片管构成，对复合在钢管管体外壁上的纯铝管上的翅片采用精轧构成，翅高为 12—14 mm，虽属高翅片管范畴，但这种结构所造成的材料消耗较大，而且得到的翅片为平直翅。

且，CN2740988Y 公诸了热交换器用铜合金无缝高翅片管，采用三辊轧机旋轧成型，翅片高度可达 20 mm，虽属高翅片管范畴，但翅片结构为平直形，见图 1 所示，在管体 1 外加工有平直的外翅片 2，管体 1 内构成有内翅片 3。

业界所知，只有既满足翅片高度 5—15 mm 的程度，又体现翅片整体形状呈花瓣形或波浪形的高翅片换热管，才是得以获得极致的管外换热面积的可选之举，而并不是也不应当是单纯地一味长化翅片高度，因为冗长的平直翅片会致使流体流过翅片表面的距离过长，速度和温度边界层较厚而影响换热性能，在上述公开的文献中，除了 US2667337 所推荐之结构外，其余专利技术方案都存在这种弊端。然而，由于 US2667337 是将另行制作的螺旋状翅片焊接到金属圆管上的，因此存在着所述的三处不足，从而构成了结构上的一大缺憾。

发明内容

本发明的任务是在于提供一种翅片与管壁之间无附加接触热阻的、可避免因流体流过翅片表面的距离过于冗长而使速度和温度边界层变厚对换热性能造成不利的、有助于提高管外气侧换热、使换热系数得到改善的高翅片热交换管。

本发明的任务还在于提供一种高翅片热交换管的加工方法，能保障翅片与管体构为一个整体而无需另行将翅片焊接到管体上。

本发明的任务是这样来完成的，一种高翅片热交换管，它包括管体和结合在管体外壁上的外翅片，所述的外翅片在管体外壁直接以螺旋状朝管体的轴线方向延伸，并且，外翅片的翅片整体向两侧交替偏移而构成波浪形。

本发明所述的管体的内壁构成有内翅片，所述的内翅片呈螺旋状朝管体轴线方向延伸。

本发明所述的管体的内壁构成有凹槽，所述的凹槽呈螺旋状朝管体轴线方向延伸。

本发明所述的外翅片的高度为 5—20 mm，翅距为 2—5 mm，波浪形的波浪数在圆周上为 3—10 个。

本发明所述的内翅片与管体的中心线形成有螺旋角 α ，螺旋角 α 的度数为 20—50°，内翅片的高度为 0.2—1.0 mm。

本发明的还一任务是这样来完成的，一种高翅片热交换管的加工方法，它包括以下步骤：

A) 按要求选取管体；

B) 配备三组各由开槽模、直翅片成型模、波纹翅片成型模所构成的组合模具；

C) 将选取的管体置于三辊热轧机上；

D) 将三组组合模具分别固定到三辊热轧机的三根滚模轴上，并且围绕于管体；

E) 驱动三辊热轧机工作，由滚模轴携三组组合模具同步旋转而对管体的外壁成型出外翅片并且使所成型出的外翅片整体向两侧交替偏移成波浪形，得到翅高为 5-20mm、翅距为 2-5mm、波浪数在圆周上的个数为 3-10 个的高翅片热交换管。

本发明的一个实施例中，步骤 A) 中所述的管体为经过热处理的牌号为 TP2 或 T2 铜管，并且该铜管的抗拉强度为 230-240MPa、延伸率 $\geq 40\%$ 、HV 值在 40-50 之间、晶粒度 $\geq 0.02\text{mm}$ 。

在本发明的另一个实施例中，步骤 B) 中所述的组合模具的开槽模、直翅片成型模分别为圆盘形刀模，所述的波纹翅片成型模由第一、第二模瓣相配合构成，呈圆盘状，第一、第二模瓣上彼此交替设置有凹缘和凸缘，第一模瓣上的凸缘与第二模瓣上的凹缘相配合，第二模瓣上的凸缘与第一模瓣上的凹缘相配合。

在本发明的再一个实施例中，所述的凹缘和凸缘位于第一、第二模瓣的边缘部位，凹缘的形状为半球状凹缘，而凸缘的形状为半球状凸缘。

在本发明的又一个实施例中，所述的凹缘的形状为半圆柱状凹缘，所述的凸缘的形状为半圆柱状凸缘。

本发明的优点：在管体外壁直接构成波纹状高翅片，强化了管外气侧的换热，使传热系数提高了 10%；与已有技术中的绕片管相比，完全消除了管体与翅片根部之间的接触热阻；波纹状高翅片的波纹形状由翅片与波纹形翅片成型模相对运动的轨迹决定，波纹形状特殊，诱导气流沿管体半径方向趋向于管体和背离管体流动，对气流的横向扰动大于现有技术；方法简单，只需在已有技术的基础上设置相应的波纹翅片成型模，即能得到波纹状高翅片管，因此不需要人为地将波纹翅片焊接到管体外。

附图说明

图 1 为已有技术中的平直高翅片管示意图。

图 2 为本发明的高翅片热交换管示意图。

图 3 为本发明的波纹翅片成型模的一实施例示意图。

图 4 为本发明所述的三辊热轧机的示意图。

图 5 为图 4 的机头部分的结构图。

图6为图5的剖视图。

图7为图5的局部放大图。

图8为本发明的高翅片热交换管与已有技术中的平直型高翅片管传热性能对比图。

具体实施方式

实施例1:

下面结合所给出的附图和具体实施例对本发明作进一步的叙述,以助于理解本发明,但并不构成对本发明的限制。

A)选取经过热处理的牌号为TP2、抗拉强度为230-240MPa、延伸率 $\geq 40\%$ 、HV值在40-50之间、晶粒度 $\geq 0.02\text{mm}$ 的管体1,该管体1的外径为19mm、内径为16.8mm;

B)配备三组由图7所示的开槽模5、直翅片成型模6及波纹翅片成型模7所构成的由图5所示的组合模具8,开槽模5犹如常见的切割片或称切割刀片,用于对管体1外壁切割出槽,通常每组开槽模5有多枚或称多把,本实施例选择为26枚,每组直翅片成型模6可由1-3把,本实施例选择3把,用于对由开槽模5开出的平直翅片进行成型,而波纹翅片成型模7选择由图3所示的结构,波纹翅片成型模7每组有一套,由图3所示的第一、第二模瓣7a、7b组合而成,在第一、第二模瓣的彼此相对应的边缘部分交替加工有半球状的凹缘和凸缘;

C)将步骤A)所选取的管体1设置到由图4、图5所示意的三辊热轧机的机头10上,这里所说的三辊热轧机优选采用由中国山东省青岛市青岛生建机械厂生产的型号为ZC28-16型三轴轧丝机;

D)将由步骤B)所配备的三组组合模具8分别通过模套11设置到由图4、图5、图6所示的呈三角形分布的三辊热轧机的三根滚模轴9上,滚模轴9由固定螺母12限位于滚模轴座13上,滚模轴座13固定在滚模座14上,滚

模座 14 与导轨座 15 联结,导轨座 15 与油缸座 16 的导轨 17 滑配并与油缸 18 的油缸柱 19 联结;

E)驱动三辊旋轧机工作,参照图 4、图 5、图 6,在三辊旋轧机的动力传动机构的动作下,先由油缸油管 34 进油,使油缸 18 的油缸柱 19 伸展,推动导轨座 15 运动,使滚模座 14 运动,直至使滚模轴座 13 运动而使三根滚模轴 9 上的三组组合模具 8 与管体 1 接触,接着电机 21 工作经减速箱 23 减速,由减速箱 23 输出轴上的小链轮 22 经链条 24 带动大链轮 27,进而带动大齿轮 28,由大齿轮 28 带动位于齿轮箱 30 内的三个小齿轮 29 旋转,由于小齿轮 29 的齿轮轴是通过万向联轴节 31 与传动轴 32 的一端连接的,而传动轴 32 的另一端通过万向联轴节 20 与滚模轴 9 连接的,因此带动滚模轴 9 旋转,使分别固定在三根滚模轴 9 上的三组各由开槽模 5、直翅片成型模 6、波纹翅片成型模 7 旋转,以图中所示的位置状态为例,自左向右依次为开槽模 5、直翅片成型模 6、波纹翅片成型模 7,途径前述的大齿轮 28 的大齿轮轴套 26 的轴套孔 25 且由三组组合模 8 挟持着的管体 1 是自左向右移动的,并且由导向平台 39 接应,导向平台 39 上分别设有上压辊架座 38 和下托辊架 40,上压辊架座 38 上铰设上压辊架 37,上压辊架 37 上枢设一对上压辊 41,而下托辊架 40 上枢设下托辊 35,上压辊 41 与下托辊 35 之间挟持有导向辊 33,导向辊 33 的导向辊轴 36 支持在管体 1 的管腔腔口,在上述三组组合模具 8 对管体 1 进行加工的过程中,先由 26 把开槽模 5 在管体 1 的外壁开出槽,依据常识开槽模 5 的直径是渐次增大的,使在管体外所开设的槽渐次加深,直至满足到所需的外翅片 2 的高度,在开槽模 5 开出槽后,经直翅片成型模 6 成型,进而经波纹形翅片成型模 7 最终成型而在管体 1 的外壁形成两侧交替偏移的波纹形的由图 2 所示的外翅片 2,所得到的外翅片 2 的外径为 40mm、翅片厚度为 0.5mm、每米翅片数为 280 个、管体 1 内壁为光滑壁面、波纹(浪)数为每周 8 个。经将本实施例所得到的高翅片热交换管与相同尺寸的平直形高翅片管进行支比实验测试实验中,管外工质为空气,管内工质为水,实验数据由

图 8 显示,传热系数比平直形高翅片管高出 10%,因此按本发明方法制作的热交换管的传热性能与现有技术相比有了明显的提高。图 8 中的空心方块表示本发明的热交换管,实心方块表示已有技术中的平直型高翅片管,K 表示传热系数,V(m/s)表示迎面风速,传热系数 K 的比较是以水流量 $G=750\text{kg/h}$ 为例的。

实施例 2:

将步骤 C) 所述的管体 1 置于三辊旋轧机上时,在管体 1 内设置一内模,内模为光滑的圆柱段,在开槽模 5 和直翅片成型模 6 对外翅片 2 向外拉拔作用下,使管体 1 的内壁在与外翅片 2 相对应的位置处形成朝管体 1 轴线方向延伸的较为浅辟的并由图 7 所示的波浪形的凹槽 4,具有凹槽 4 的管体 1,对于较为污浊、容易结垢的管内流体或管内流体流动阻力损失不允许太大的情况较为适用。其余同对实施例 1 的描述。

实施例 3:

以加工外齿片 2 的高度为 5 mm、翅距为 2 mm、波浪数在圆周上的个数为 3 个、内翅片 3 与管体中心线形成的螺旋角 α 为 20° 、内翅片 3 的高度为 0.2 mm 的高翅片热交换管为例。

仅将步骤 A) 的管体 1 取外径 19 mm、壁厚为 1.1 mm;

仅将步骤 B) 中的开槽模 5 的厚度取 1.5 mm,刀尖尺寸从 0.2 mm 开始按 0.1 mm 逐步递增,每组共 14 把开槽模 5,每组直翅片成型模 6 的数量为 2 把,每把直翅片成型模 6 的厚度取 1.6 mm,每组波纹翅片成型模 7 为一把,第一、第二模瓣 7a、7b 上所配成对的凹、凸缘数量为 6 对;

将步骤 C) 中的三辊旋轧机的进刀距离调整为 6 mm,并将外径为 16.6 mm、槽深 0.2 mm、槽数为 4 条、螺旋角 α 为 20° 的内模固定于芯棒上置于管体 1 内,其余同对实施例 1 的描述。

实施例 4:

以加工外齿片 2 的高度为 9.5 mm、翅距为 3.5 mm、波浪数在圆周上的个数为 5 个、内翅片 3 与管体中心线形成的螺旋角 α 为 30° 、内翅片 3 的高度为 0.3 mm 的高翅片热交换管为例。

仅将步骤 A) 的管体 1 取外径 22 mm、壁厚为 1.6mm;

仅将步骤 B) 中的开槽模 5 的厚度取 3mm, 刀尖尺寸从 0.2 mm 开始按 0.1 mm 逐步递增, 每组共 29 把开槽模 5, 每组直翅片成型模 6 的数量为 2 把, 每把直翅片成型模 6 的厚度取 3.1 mm, 每组波纹翅片成型模 7 为一把, 第一、第二模瓣 7a、7b 上所配成对的凹、凸缘数量为 9 对;

将步骤 C) 中的三辊旋轧机的进刀距离调整为 10 mm, 并将外径为 18.6 mm、槽深 0.3 mm、槽数为 4 条、螺旋角 α 为 30° 的内模固定于芯棒上置于管体 1 内, 其余同对实施例 1 的描述。

实施例 5:

以加工外齿片 2 的高度为 20 mm、翅距为 5 mm、波浪数在圆周上的个数为 10 个、内翅片 3 与管体中心线形成的螺旋角 α 为 50° 、内翅片 3 的高度为 1 mm 的高翅片热交换管为例。

仅将步骤 A) 的管体 1 取外径 28 mm、壁厚为 2.5mm;

仅将步骤 B) 中的开槽模 5 的厚度取 4.5mm, 刀尖尺寸从 0.3 mm 开始按 0.14mm 逐步递增, 每组共 30 把开槽模 5, 每组直翅片成型模 6 的数量为 2 把, 每把直翅片成型模 6 的厚度取 4.6 mm, 每组波纹翅片成型模 7 为一把, 第一、第二模瓣 7a、7b 上所配成对的凹、凸缘数量为 18 对;

将步骤 C) 中的三辊旋轧机的进刀距离调整为 25 mm, 并将外径为 12.8 mm、槽深 1 mm、槽数为 5 条、螺旋角 α 为 50° 的内模固定于芯棒上置于管体 1 内, 其余同对实施例 1 的描述。

由上述实施例可知, 本发明的波纹形的外翅片 2 是采用作为开槽刀具的开槽模 5 和直翅片成型刀具 6 将管体 1 上的材料沿管体半径方向向外挤压延展形成, 并与管体 1 构成一个整体结构, 外翅片 2 在管体 1 外表面绕管体 1 以螺旋状延伸, 在作为波纹翅片成型刀具的波纹翅片成型模 7 的作用下, 向翅片两侧方向交替偏移或延展形成波纹状, 以强化管外气侧的换热过程。

由上述实施例还可知，开槽模 5 即为直翅片加工模，而直翅片成型模 6 安装于开槽模 5 之后，由其继续对翅片根部进行加工，将多余的材料压向外翅片 2 和管体 1，使管壁厚度均匀，外翅片 2 的整体形状规则或称规整。直翅片成型模 6 之后所安装的波纹翅片成型模 7 由一对第一、第二模瓣 7a、7b 配合而成，对于第一、第二模瓣 7a、7b 上的凹、凸缘的具体形状在本发明中是不需要进行刻意限定的，因而也不受到实施例之限制。第一、第二模瓣 7a、7b 结合在一起以后，凹、凸缘正好相对应，当波纹翅片成型模 7 和外翅片 2 旋转作相对运动时，凸缘便在外翅片 2 上划出一道轨迹。若设管体 1 的外径为 d_b ，翅片外径为 d_t ，管体 1 旋转的角速度为 ω_1 ，波纹翅片成型模 7 旋转的角速度为 ω_2 ，波纹翅片成型模 7 的轴心与管体 1 的轴心之间的距离为 L ，时间为 t ，取管体轴心位置为原点，即 $(x, y) = (0, 0)$ ，则这条运动轨迹可用下式计算：

$$x = r \cos \theta$$

$$y = r \sin \theta$$

$$\text{其中, } r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\theta = \arctan(y' / x') + \omega_1 t$$

$$x' = L - R \cos(\omega_2 t)$$

$$y' = R \sin(\omega_2 t)$$

因此，根据波纹翅片成型模 7 上的任意一点在外翅片 2 上所划出的运动轨迹，可以设计出凹、凸缘的位置大小。

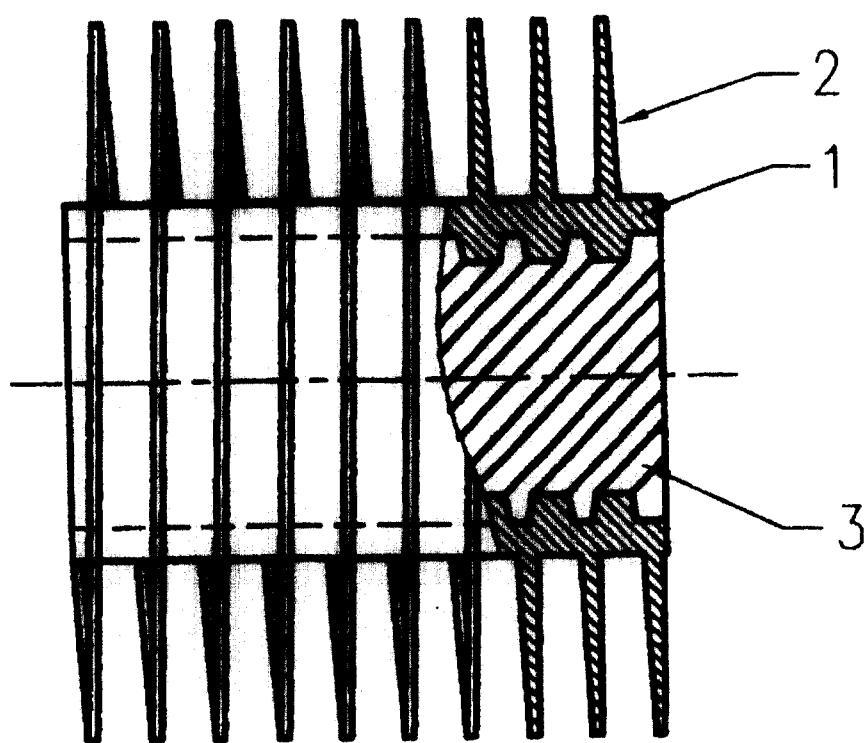


图1

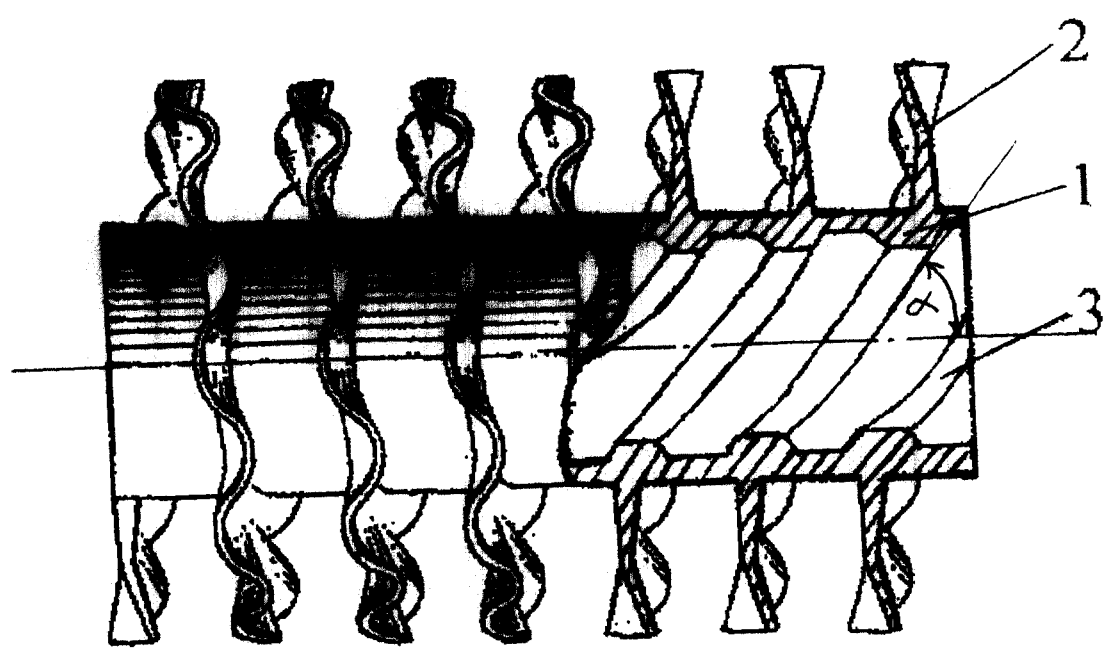


图2

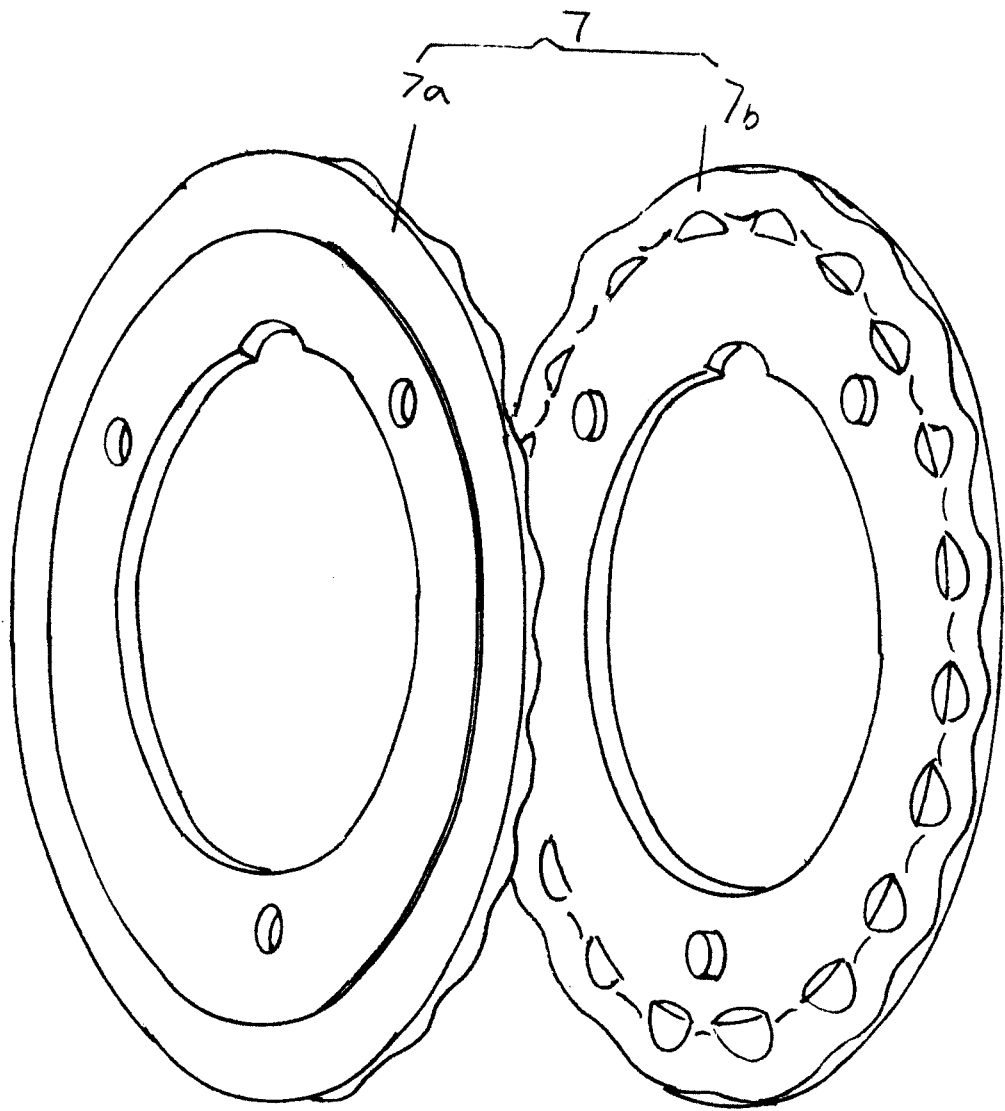


图3

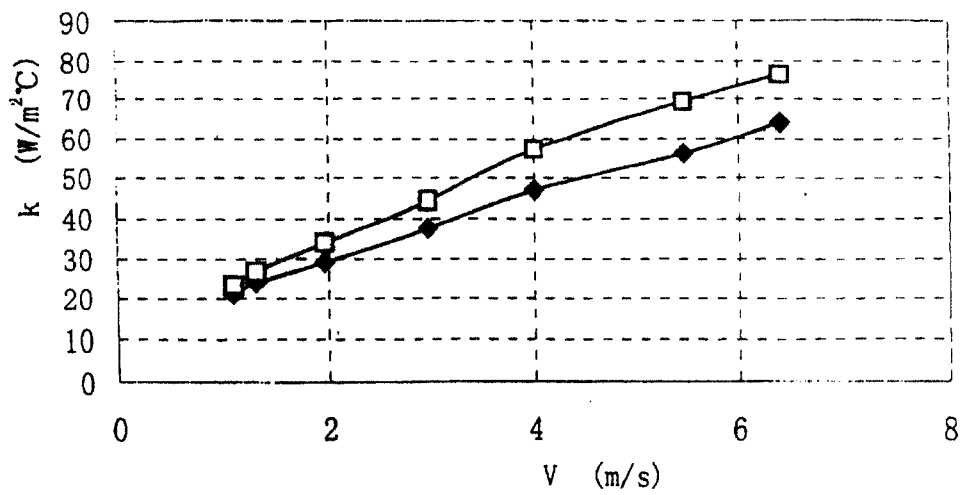


图8

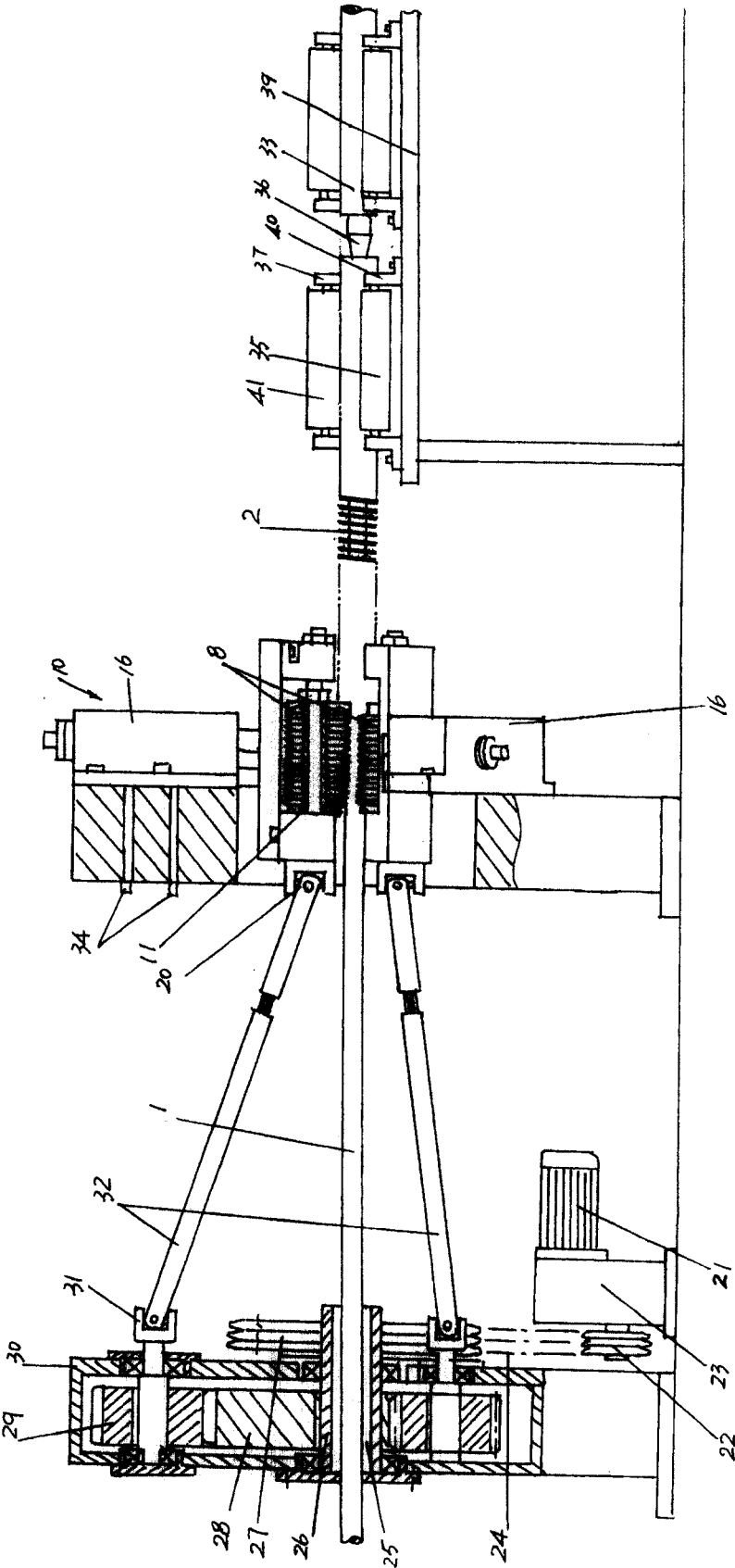


图 4

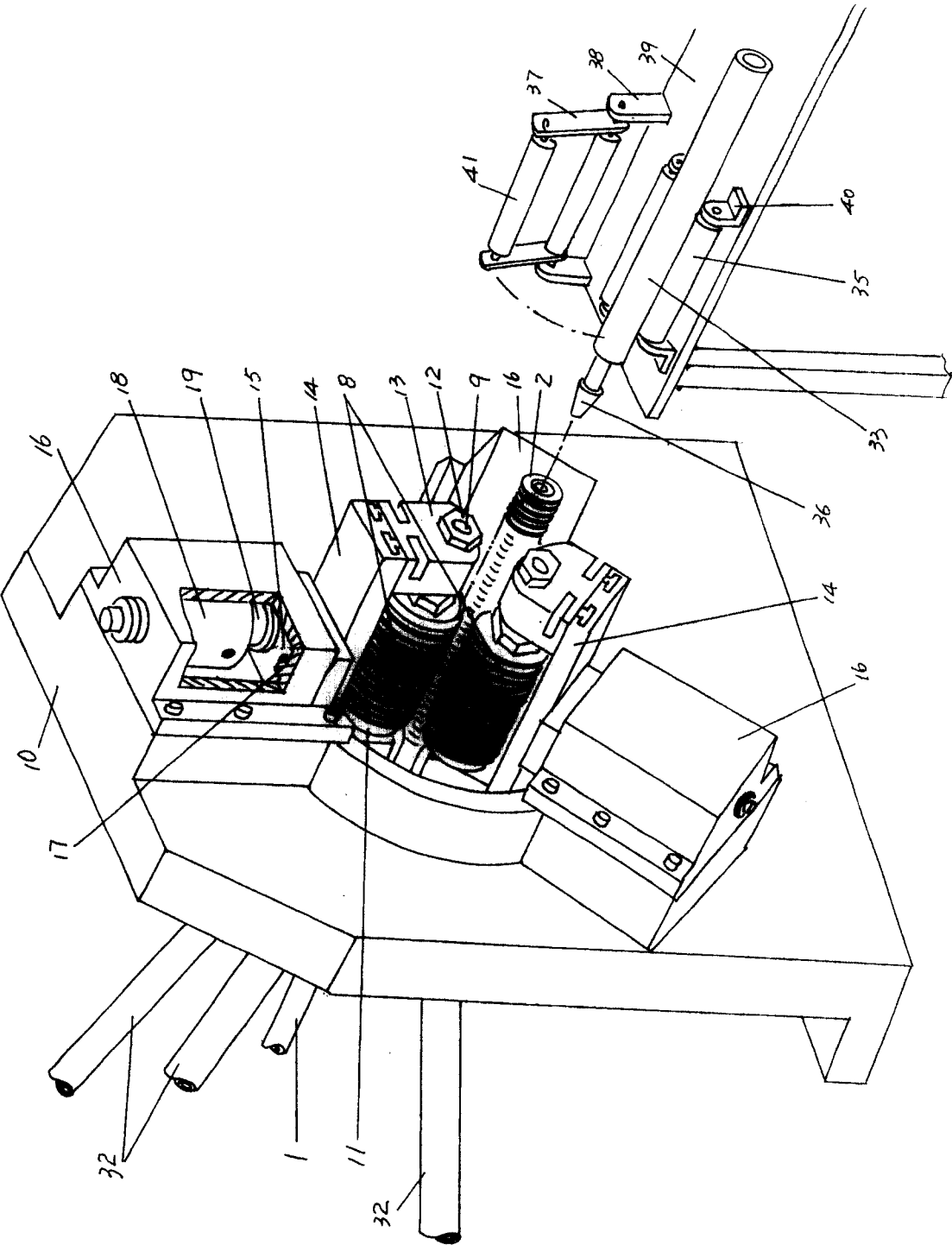


图 5

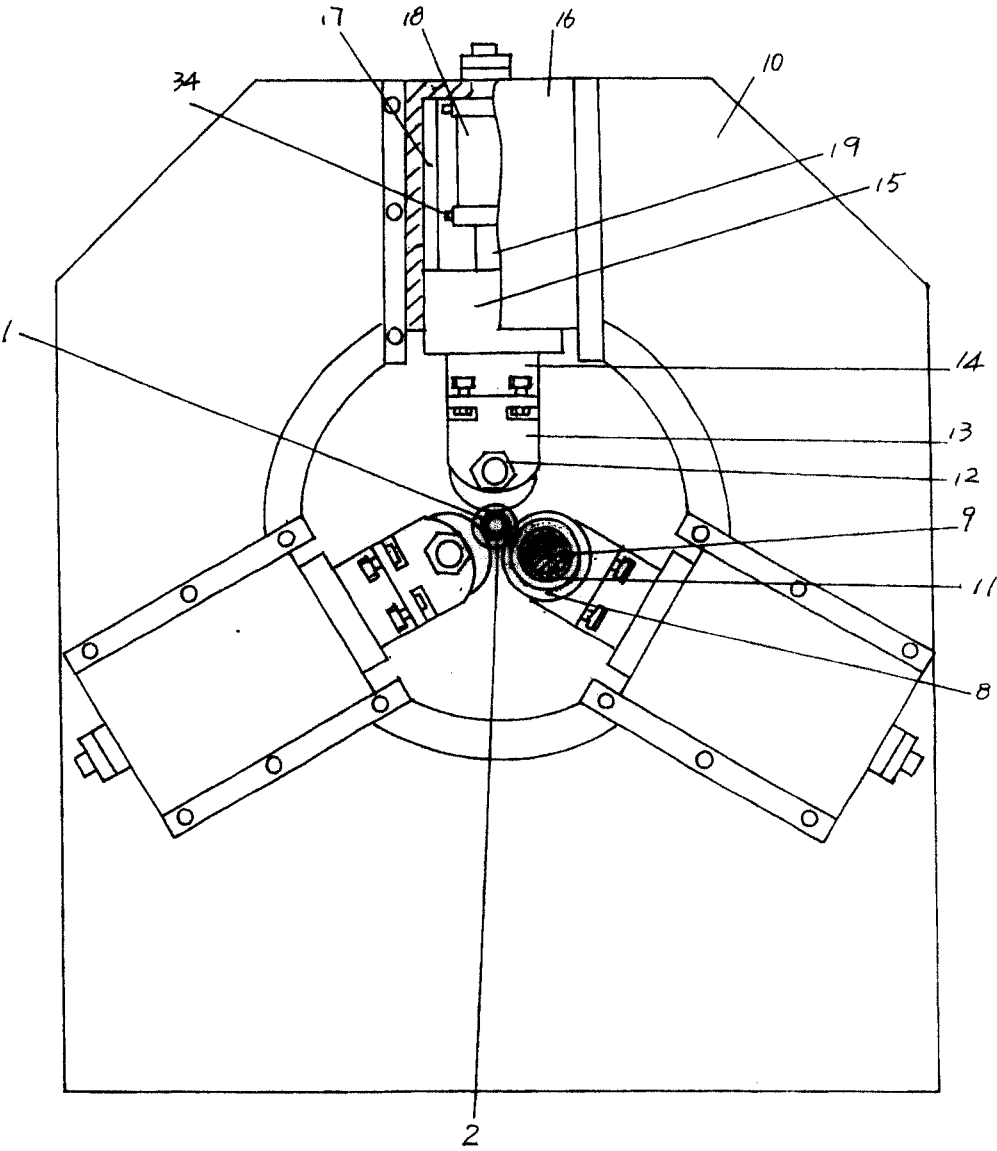


图 6

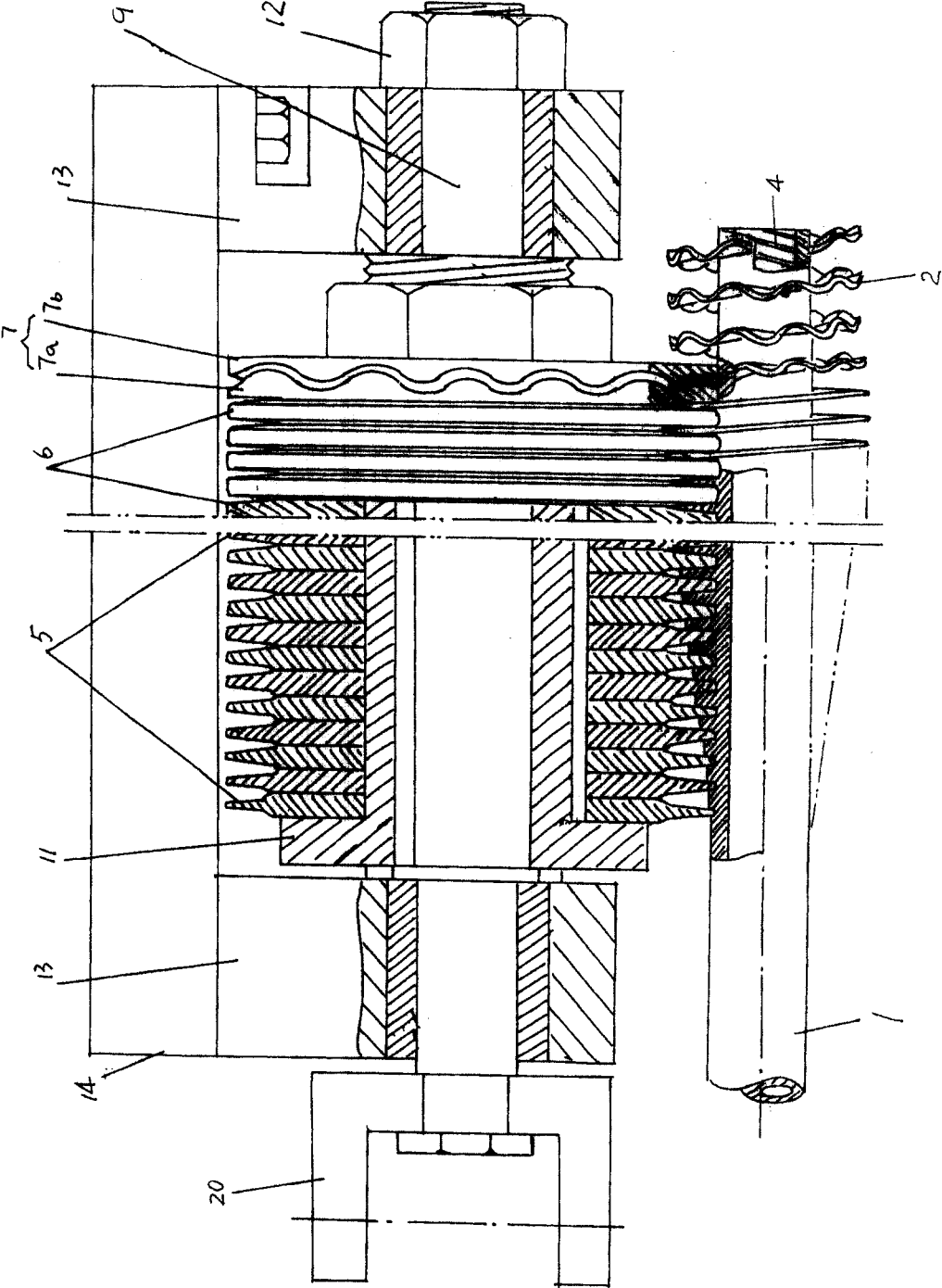


图 7