



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011347.2

[43] 公开日 2006年2月15日

[11] 公开号 CN 1733413A

[22] 申请日 2004.12.13  
[21] 申请号 200410011347.2  
[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所  
地址 130031 吉林省长春市东南湖大路16号  
[72] 发明人 谢冀江 李雨田 李 维

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司  
代理人 刘树清

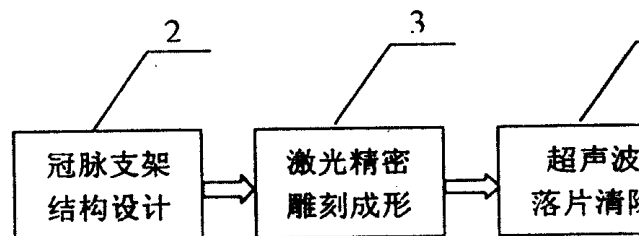
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

## [54] 发明名称

一种用于冠脉支架激光精密雕刻成形的工艺方法

## [57] 摘要

一种用于冠脉支架激光精密雕刻成形的工艺方法，属于激光应用领域中的一种激光雕刻工艺方法。本发明要解决的技术问题是：提供一种用于冠脉支架激光精密雕刻的工艺方法。解决的技术方案包括：冠脉支架结构设计、激光精密雕刻成形、超声波落片清除。冠脉支架结构设计，就是要设计一个雕刻封闭单元和雕刻后形成的网架结构，以此确定雕刻路径，编制雕刻路径程序、调整和设定激光器参数、调整氧气和冷却水流量、设定雕刻速度、进行雕刻。完成冠脉支架激光精密雕刻成形以后进入了超声波落片清除的过程，以纯净水作为介质，在超声波清洗器内清除落片。该工艺方法有效地防止了冠脉支架在激光雕刻时产生形变，提高了激光雕刻的质量和精度。



1、一种用于冠脉支架激光精密雕刻成形的工艺方法，是通过被雕刻管材内通水冷却和选择单元雕刻路径实现的，其特征在于整个激光雕刻工艺流程包括冠脉支架结构设计(2)、激光精密雕刻成形(3)、超声波落片清除(4)；冠脉支架的结构设计(2)，就是要完成设计一个雕刻封闭单元和雕刻后形成的网架结构，一个雕刻封闭单元(5)、封闭单元雕刻路径(6)、雕刻后形成的网架结构(7)。激光精密雕刻成形(3)要进行的工作包括编制雕刻路径程序(8)、调整和设定激光器参数(9)、调整氧气和冷却水流量(10)、设定雕刻速度(11)、开始雕刻(12)；编制雕刻路径程序(8)之前，首先要根据的雕刻封闭单元(5)和雕刻后形成的网架结构(7)，确定封闭单元雕刻路径(6)，整个曲线包围的空间，是一个雕刻封闭单元，雕刻封闭单元的边缘曲线就是雕刻路径，将雕刻路径分成三部分，它们是(13)、(14)和(15)，B点为雕刻的起点，C点为雕刻的终点；按该雕刻路径进行雕刻的顺序是首先雕刻(13)，再雕刻(14)，最后雕刻(15)，它们的落片分别是(16)、(17)和(18)；雕刻路径的程序流程，首先建立雕刻单元路径结构的数学模型，确定雕刻起点和终点，确定雕刻路径的行进方向，确定各段的雕刻速度，采用G代码编程，输入运行指令执行；在开始雕刻(12)之前，要进行调整和设定激光器参数(9)，是指激光器的能量、频率、脉宽、光学系统焦距；调整氧气和冷却水流量(10)，是指雕刻时对激光头进行吹氧的压力，压力单位是MPa，

冷却水流量是指雕刻的不锈钢管内每分钟流水多少的流量；设定雕刻速度（11），是指激光头与不锈钢管材的相对运动速度，每分钟多少毫米；完成冠脉支架激光精密雕刻成形以后进入了超声波落片清除（4）的过程，超声波落片清除是采用超声波清洗器，以纯净水作为介质，在超声波清洗器内清除落片。

## 一种用于冠脉支架激光精密雕刻成形的工艺方法

### 一、技术领域

本发明属于激光应用技术领域中涉及的一种用于冠脉支架成形的激光精密雕刻的工艺方法。

### 二、技术背景

冠脉支架是一种用于冠心病介入治疗，价格极为昂贵的高技术制品，手术时利用输送器将其送入冠脉病变处，由球囊撑开后永久性地支撑在血管内壁，以防术后血管闭塞或再狭窄。这一技术已被公认为当前冠心病治疗的最有效方法，冠脉支架的相关制造技术也以其高技术含量和高附加值受到广大业内人士的关注，并不断有新产品问世。

目前广为使用的冠脉支架是利用激光在特种不锈钢（316L）管材表面精密雕刻成形，再经电化学抛光、真空热处理等精制而成。由于用于冠脉支架成形的管材直径非常小（约 $\phi 1.5\text{mm}$ ），支架结构极为精细复杂，且雕刻的尺寸精度要求相当高（微米级），使用通常的金属管材或板材激光加工工艺难以保证加工质量，特别是对于小直径管材加工中出现的热效应和机械应力引起的变形问题，明显影响了激光雕刻的质量，甚至无法完成加工任务。因此，如何解决激光雕刻过程中不锈钢管材局部过热，减小机械应力变形，是提高冠脉支架激光雕刻质量必须考虑的问题。同时，由于冠脉支架结构上的特殊要求，雕刻落片的形状比较复杂，使其在超声波去除等后续处理时较为困难，因

此，如何保证落片安全方便的去除，也是我们进行冠脉支架雕刻加工时需要考虑的工艺问题。

本发明以前，与本发明最为接近的已有技术是美国 Stent-CIL 公司的冠脉支架激光雕刻方法，用来解决小直径不锈钢管材激光加工过程中的过热问题，通常采用不锈钢管材内部通水冷却和单元路径封闭雕刻的办法，单元路径 1 如图 1 所示，A 为激光雕刻的起点和终点。雕刻时水与被切割的管壁直接接触，切口处喷出的水使切割后留下的金属网架迅速冷却，可有效地防止由此产生的热变形，保证了切割精度，同时对切口相对的管材内壁起到了隔离保护作用。但对于结构更为精细复杂的冠脉支架来说，此种方法还不能完全满足其加工精度要求，所以，如何进一步采用合理、先进的激光加工工艺已成为冠脉支架激光精密雕刻技术中的一个关键的技术难题。而落片困难的问题也是至今未能很好解决的工艺问题之一。

### 三、发明内容

为了弥补已有技术存在的缺陷和不足，本发明的目的在于有效地防止冠脉支架雕刻时工件上产生的局部过热和应力释放问题，以减少或消除由此引起的支架变形，提高激光雕刻冠脉支架的加工尺寸精度和质量，提高成品率，同时可保证雕刻落片的顺利去除，降低后续工序的难度，特设计一种用于冠脉支架激光精密雕刻的工艺方法。

本发明要解决的技术问题是：提供一种用于冠脉支架激光精密雕刻的工艺方法。解决技术问题的技术方案如图 2、图 3、图 4、图 5、图 6 所示。整个激光雕刻工艺流程如图 2 所示：包括冠脉支架结构设计 2、

激光精密雕刻成形 3、超声波落片清除 4。

冠脉支架的结构设计 2，就是要完成设计一个雕刻封闭单元和雕刻后形成的网架结构，如图 3 所示，一个雕刻封闭单元 5、雕刻路径 6、雕刻后形成的网架结构 7。箭头指向为激光雕刻进行的前进方向，轴向同一位置的单元雕刻完成后，进入下一个单元，以此类推。

激光精密雕刻成形 3 要进行的工作如图 4 所示，包括编制雕刻路径程序 8、调整和设定激光器参数 9、调整氧气和冷却水流量 10、设定雕刻速度 11、开始雕刻 12；编制雕刻路径程序 8 之前，首先要根据图 3 所示的雕刻封闭单元 5 和雕刻后形成的网架结构 7，确定雕刻路径 6，如图 5 所示，整个曲线包围的空间，是一个雕刻封闭单元（相当于图 3 中的雕刻封闭单元 5），雕刻封闭单元的边缘曲线就是雕刻路径，将雕刻路径分成三部分，它们是 13、14 和 15，B 点为雕刻的起点，C 点为雕刻的终点；按该雕刻路径进行雕刻的顺序是首先雕刻 13，再雕刻 14，最后雕刻 15，它们的落片分别是 16、17 和 18；雕刻路径的程序流程如图 6 所示：首先建立雕刻单元路径结构的数学模型，确定雕刻起点和终点，确定雕刻路径的行进方向，确定各段的雕刻速度，采用 G 代码编程，输入运行指令执行。在开始雕刻 12 之前，要进行调整和设定激光器参数 9，是指激光器的能量、频率、脉宽、焦距；调整氧气和冷却水流量 10，是指雕刻时对激光头进行吹氧的压力，压力单位是 MPa，冷却水流量是指雕刻的不锈钢管内每分钟流水多少的流量；设定雕刻速度 11，是指激光头与不锈钢管材的相对运动速度，每分钟多少毫米；完成冠脉支架激光精密雕刻成形以后进

入了超声波落片清除 4 的过程，超声波落片清除是采用超声波清洗器，以水作为介质，在超声波清洗器内清除落片。

本发明的积极效果：利用此工艺方法有效地防止了冠脉支架激光雕刻时工件上产生的局部过热和机械应力释放问题，进而提高了激光雕刻的质量和精度，提高了成品率和生产效率。同时利用雕刻路径的合理选择，将一个封闭雕刻路径（单元）分解成若干部分雕刻，减少了超声波落片清除等后续处理的工艺难度。

#### 四、附图说明

图 1 为已有技术中冠脉支架制造选用的雕刻路径示意图，图 2 为本发明的冠脉支架激光精密雕刻形成的工艺流程图，图 3 为本发明中冠脉支架激光雕刻成形结构示意图，图 4 为本发明中冠脉支架激光精密雕刻过程流程图，图 5 为本发明中采用的冠脉支架激光精密雕刻封闭单元雕刻路径示意图，图 6 为本发明中封闭单元雕刻路径控制程序流程图。摘要附图采用图 2。

#### 五、具体实施方式

本发明的冠脉支架激光精密雕刻成形的工艺方法，按图 2 所示的工艺流程进行，按图 3 所示的冠脉支架结构设计封闭单元雕刻路径，按图 5 所示将单元路径分成三段，如 13、14、15 所指的那样，按图 6 所示，单元雕刻路径控制程序流程进行雕刻。雕刻是通过聚焦的激光束在不锈钢管材表面的相对运动实现的，工作时激光束垂直管材表面并保持静止状态，管材则按着事先设计好的图形由数控系统通过机械部件控制被雕刻不锈钢管材其旋转和进给，合成运动轨迹实施雕

刻,雕刻过程按图 4 所示的雕刻流程执行,首先要选定激光器的参数,其中激光能量选择 10mJ-15mJ,频率选择 1000Hz,脉宽选择 0.1ms,光学系统焦距选择 50mm;调整氧气的吹氧压力选择 0.3MPa-0.5MPa,氧气纯度 >99.7%,冷却水流量 0.2L/min,设定的雕刻速度为 150mm-200mm/min。超声波落片清除 4 采用国产 KQ2200DB 型数控超声波清洗器,以水作为介质,水采用二次蒸馏的纯净水,在超声波清洗器内清除落片。



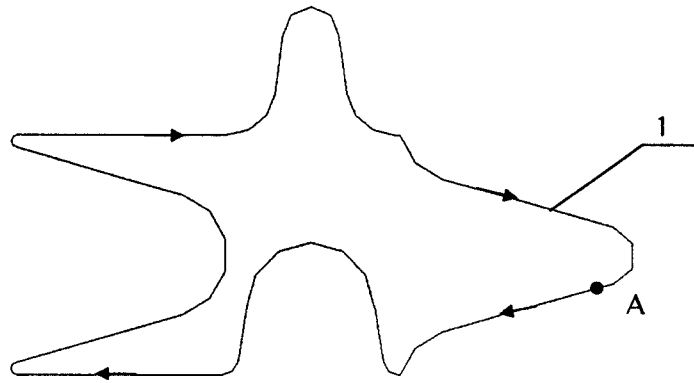


图 1

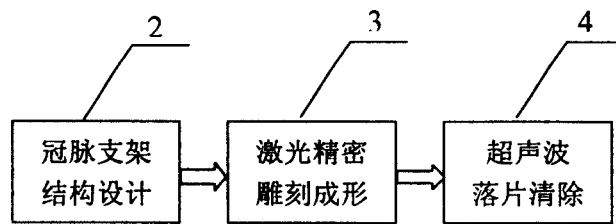


图 2

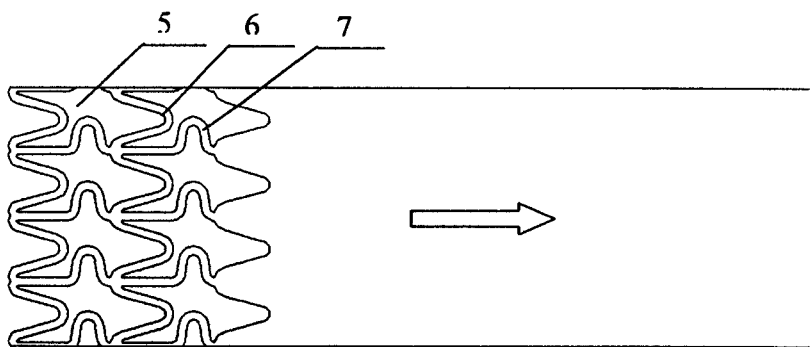


图 3

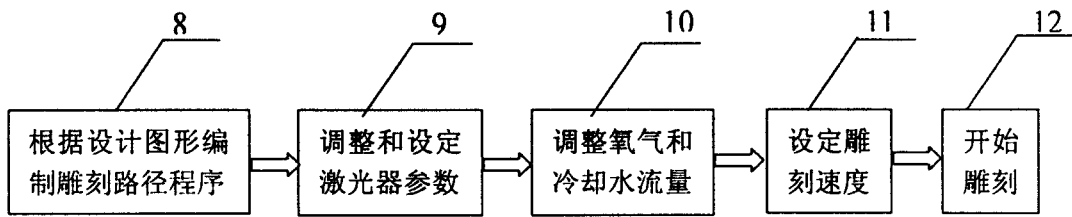


图 4

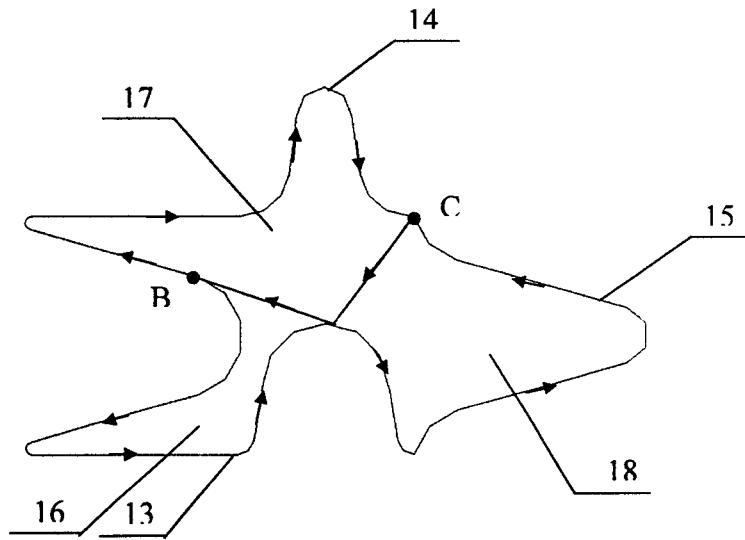


图 5

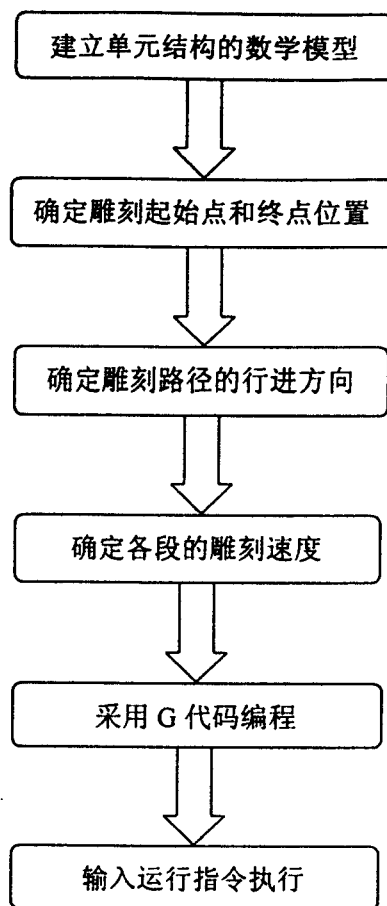


图 6