



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107810084 A

(43)申请公布日 2018.03.16

(21)申请号 201680037428.0

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限

(22)申请日 2016.06.24

公司 11283

(30)优先权数据

代理人 陆文超 肖冰滨

14/749,130 2015.06.24 US

(51)Int.Cl.

B23K 26/21(2014.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B23K 26/36(2014.01)

2017.12.25

B23K 35/02(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

B23K 101/38(2006.01)

PCT/US2016/039346 2016.06.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/210319 EN 2016.12.29

(71)申请人 捷普有限公司

地址 美国佛罗里达州

(72)发明人 W·D·斯特林 C·苏 G·古

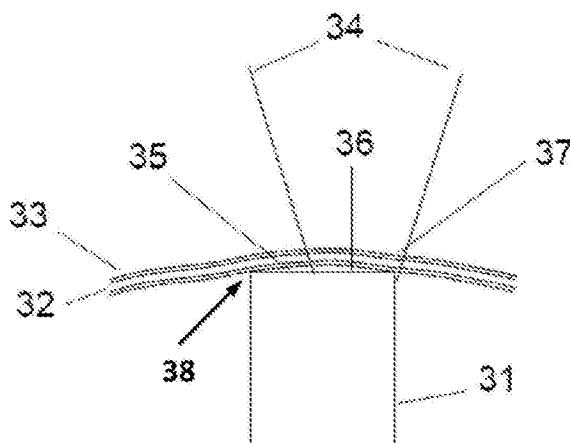
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

用于混合功能微焊接的系统、装置和方法

(57)摘要

一种用于微焊接的装置、系统和方法，其中诸如电线的绝缘物体包括至少部分被一个或多个绝缘层覆盖的金属导体，该物体被定位在端点上。激光束被施加到重叠至所述端点的所述绝缘物体的区域，其中被施加的激光束被配置成基本同时(i)在所述区域的第一区中烧蚀所述一个或多个绝缘层，(ii)在所述区域的第二区中将所述金属导体焊接到所述端点，以及(iii)在所述区域的第三区中将所述物体的部分从所述端点分离。



1. 一种用于微焊接的方法,包括:

定位绝缘电线至端点附近,该绝缘电线具有金属导体和一个或多个绝缘层;以及

通过激光束加热包括所述绝缘电线和所述端点的至少一部分的区域,以在该区域中基本同时生成多个加热区,其中所述加热区中的第一加热区由所述激光束加热并至少部分烧蚀所述一个或多个绝缘层,所述加热区中的第二加热区由所述激光束加热并将所述金属导体焊接到所述端点,以及所述加热区中的第三加热区由所述激光束加热并分离所述电线的分离部分。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中加热所述区域包括生成所述加热区的多个不均匀加热区。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述区域包括至少所述端点的边缘。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述加热所述区域包括通过位于所述激光束的焦点外部的传导热来加热所述第一加热区。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述加热所述区域包括通过所述激光束的焦点加热所述加热区的所述第二加热区和所述加热区的所述第三加热区。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述加热所述区域包括通过具有波长在500nm与1300nm之间的激光束来加热。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中所述加热所述区域包括通过固态激光器来加热所述区域。

8. 一种用于微焊接的方法,包括:

在端点上定位包括一个或多个绝缘层的绝缘电线;

对所述绝缘电线和所述端点的区域施加激光束,其中被施加的激光束用于:

在所述区域的第一区中烧蚀所述一个或多个绝缘层;

在所述区域的第二区中将所述电线焊接到所述端点;以及

在所述区域的第三区中将所述电线从所述端点分离。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述被施加的激光束还在所述区域中生成多个不均匀加热区。

10. 根据权利要求8所述的方法,其中所述区域包括所述端点的边缘。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述被施加的激光束还通过位于所述激光束的焦点外侧的传导热来加热所述第一区。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述被施加的激光束还通过所述激光束的焦点来加热所述第二区和所述第三区。

13. 根据权利要求8所述的方法,其中所述被施加的激光束包括在500nm与1300nm之间的波长。

14. 根据权利要求8所述的方法,其中所述被施加的激光束包括固态激光器。

15. 一种微焊接装置,包括:

绝缘物体,包括至少部分被一个或多个绝缘层覆盖的金属导体,其中所述绝缘物体通过被施加到重叠端点的所述绝缘物体的区域的激光至少部分被烧蚀、焊接到所述端点以及从所述端点分离,其中所述被施加的激光(i)在所述区域的第一区中烧蚀所述一个或多个绝缘层,(ii)在所述区域的第二区中将所述金属导体焊接到所述端点,以及(iii)在所述区

域的第三区中将所述物体的部分从所述端点分离。

16. 根据权利要求15所述的装置，其中所述被施加的激光束还在所述区域中生成多个不均匀加热区。

17. 根据权利要求15所述的装置，其中所述区域包括所述端点的边缘。

18. 根据权利要求15所述的装置，其中所述被施加的激光束通过位于所述激光束的焦点之外的传导热来加热所述第一区。

19. 根据权利要求18所述的装置，其中所述被施加的激光束通过所述激光束的所述焦点来加热所述第二区和所述第三区。

20. 根据权利要求15所述的装置，还包括计算机驱动光学监视器，适用于监视所述第一、第二和第三区。

用于混合功能微焊接的系统、装置和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2015年06月24日申请的标题为“SYSTEM, APPARATUS AND METHOD OF HYBRID FUNCTION MICRO WELDING”的美国正式申请No.14/749,130的优先权。

技术领域

[0003] 本公开一般涉及微焊接,以及更具体地涉及用于使用接合部件(例如电线)的技术和技巧,其使用诸如在公开的示意性方式中使用的激光的能量使用受控的移除和熔化材料以在单个操作步骤中针对连接点剥皮、焊接以及切断细规格线。

背景技术

[0004] 术语“微焊接”典型地是指导电金属的精确放置并应用能量来形成小于100μm宽的焊点。为了精确通常在显微镜下进行,在一些情况中实际焊接过程可以与普通的焊接相似,但是尺寸要小的多。在多数大体量工业环境中,微焊接可以是自动化的,需要操作者很少的输入,但是一些专业性或不规则焊点可能需要高度训练的技工。

[0005] 已知的微焊接技术包括电阻微焊接、闪光微焊接、电弧微焊接以及激光微焊接。用于制造电子设备而使用剥离和预备绝缘线也是已知的且广泛使用的。非常大数量的电子设备(例如电机变压器电感等)对导线和手艺质量有特殊要求,因为电线通常是大量卷绕或层叠的,必须覆有足够的热导性的薄且高度耐用的涂层,并针对热损坏和绝缘失效提供足够的保护。虽然电线涂层被设计绝缘并保护电线,但是如上所述的,涂层可能难以剥离并难以预备与其他部件有效连接,和/或需要多步骤工艺来如上述剥离并预备电线。

[0006] 已经设计了很多种移除涂层的技术,且这些移除方法包括刮擦、研磨移除、化学移除以及使用热源(包括热焊膏、火焰以及激光)燃烧或烧蚀。这些方法中的每一种都存在某些缺点,例如给电线留下刮痕或刻痕。电线的热退火处理可能使得被剥皮的电线在后续预备锡焊或焊接中更容易形成破损。典型地,这种预备通过在焊接之前扭曲或缠绕或夹持被剥皮的电线到端点来执行。在接合之后,最终的连接可能仍然是不牢固的且可靠性较低。

[0007] 此外,特殊的电线绝缘材料已经被开发以在暴露给熔化的焊膏时收缩或烧尽。但是,这种情况中的电线仍然存在被焊膏本身损坏的风险,至少因为在焊膏剥离过程期间暴露的电线的暴露时间增加。此外,由于绝缘层是通过暴露给熔化的焊膏而被移除,焊膏中的锡与电线中的铜之间的化学反应会降低接头的机械强度和电导率。上述的绝缘移除技术对于非常小规格电线(例如AWG 30甚至更小)来说其缺陷尤其明显。

[0008] 对于小规格电线上述缺陷被放大,因为绝缘涂层材料占该小规格电线的体积比里面的电线的大。此外,该小规格电线的表面积与电线的体积相比是大的,这就增加了与焊膏的化学反应的速率且由此在接合过程期间存在强度和导电性损失的风险。

[0009] 在传统的组装工艺中,即使剥离过程对电线没有损害,但是在焊接预备的电线之前,剥皮的电线必须在机械上形成以将其接合到端点,典型地通过围绕端点缠绕电线或通过各种夹子或夹紧附件来固定。机械固定电线的过程需要另外的处理步骤,这会增加复杂

度、时间以及组装工艺的花费。

[0010] 本公开通过使用适用于自动化和大体量制造的系统和方法取消一些处理步骤，降低处理时间，以及实现比已知方法的在接合过程中相等或更好的机械和电特性来改进接合绝缘超细电线的工艺。

发明内容

[0011] 因此，在示例性实施方式中，公开了用于微焊接的装置、系统和方法，包括在端点上定位包括一个或多个绝缘层的绝缘电线；以及通过激光对所述电线和端点的区域加热以基本同时在该区域中生成多个不同的加热区，其中第一区由所述激光加热以烧蚀所述一个或多个绝缘层，第二区由所述激光加热以将所述电线的第一部分焊接到所述端点，以及第三区由所述激光加热以熔化分离所述端点边界附近的所述电线的第二部分。

[0012] 在示例性实施方式中，公开了用于微焊接的装置、系统和方法，包括在端点上定位包括一个或多个绝缘层的绝缘电线；向所述绝缘电线和所述端点的区域施加激光束，其中被施加的激光束用于：在所述区域的第一区中烧蚀所述一个或多个绝缘层，在所述区域的第二区中将所述电线焊接到所述端点，以及在所述区域的第三区中将所述电线从所述端点分离。

[0013] 在进一步示例性实施方式中，公开了用于微焊接的装置、系统和方法，包括在端点上定位包括金属导体绝缘物体，该金属导体至少部分被一个或多个绝缘层覆盖；向所述绝缘物体与所述端点重叠的区域施加激光，其中被施加的激光用于：在所述区域的第一区中烧蚀所述一个或多个绝缘层，在所述区域的第二区中将所述金属导体焊接到所述端点，以及在所述区域的第三区中将所述物体的一部分从所述端点分离。

附图说明

[0014] 从下面提供的详细描述并结合附图可以更全面理解本公开，其仅以图示的方式给出且因此不限制本公开，以及在附图中：

[0015] 图1示出了根据示例性实施方式的在端点侧视图上放置绝缘电线（横截面）；

[0016] 图2示出了根据示例性实施方式的在具有圆形激光束印记覆盖区的端点上绝缘电线的俯视图；

[0017] 图3示出了根据示例性实施方式的在具有覆盖的激光束路径的端点上放置绝缘电线的侧视图；

[0018] 图4示出了根据示例性实施方式的由于激光暴露沿着电线和端点的不同点实现的温度与位置的仿真波形；

[0019] 图5示出了根据示例性实施方式的焊接的端点的侧视图；

[0020] 图6示出了根据示例性实施方式的焊接的端点的俯视图；以及

[0021] 图7示出了根据示例性实施方式的在具有覆盖的激光束路径的端点上放置绝缘电线以及光学检测器朝向焊接点的侧视图。

具体实施方式

[0022] 本申请提供的附图和描述可能被简化以阐释相关的方面以清楚理解本申请描述

的识别、系统和方法，同时出于清楚简要的目的而省去了可以在典型的类似的设备、系统和方法中找到的其他方面。本领域技术人员因此可以理解为了实施本申请公开的设备、系统和方法，可以期望和/或需要其他元件和/或操作。但是因为这些元件和操作时本领域中已知的，和/或因为它们不利于更好地理解本公开，因此本申请中没有提供对这些元件和操作的论述。但是，本公开视为包括所有这些元件、变形和本领域技术人员已知的所述的方面的修改。

[0023] 通篇提供示意性实施方式由此本公开足够全面且向本领域技术人员完全表达公开实施方式的范围。提出许多具体细节，例如特定部件、设备和方法的示例，以提供对本公开的实施方式的全面理解。但是，本领域技术人员明白的是具体公开的细节不需要被使用，且可以以不同的形式来实现示意性实施方式。由此，示意性实施方式不应当理解为限制本公开的范围。在一些示意性实施方式中，可能会介绍公知的工艺、公知的设备结构以及公知的技术但是可能不会对其详细描述。

[0024] 本申请使用的术语用于仅描述特定示意性实施方式且不用于限制。本申请使用的单数形式“一”和“该”可以旨在也包括复数形式，除非上下文明确另有指明。术语“包括”、“包含”、“具有”等是包含性的且由此指明描述的特征、整体、步骤、操作、元件和/或部件的存在，但是不排除存在或添加一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元素、部件和/或这些的组。本申请描述的步骤、过程和操作不被理解为必须需要按照论述或示出的特定顺序各自执行，除非特别指出优选的执行顺序。还应理解可以使用可附加的或可替换的步骤。

[0025] 当元件或层相对于另一元件或层被称为“在…上”、“接合到”、“连接到”、“耦合到”等时，其可以直接在其他元件或层上、与其接合、连接或耦合，或可以存在中间元件或层。相反，当元件相对于另一元件或层被称为“直接在…上”、“直接接合于”、“直接连接到”、“直接耦合到”等，则可以没有中间元件或层。用于描述元件之间的关系的其他词语应当以相类似的方式来解释（例如“之间”相比于“直接之间”，“相邻”相比于“直接相邻”等等）。本申请使用的术语“和/或”包括相关联列出的项的一个或多个的任意和所有组合。

[0026] 虽然本申请中术语第一、第二、第三等可以用于描述各种元件、部件、区、层和/或部分，但是这些元件、部件、区、层和/或部分不应当被这些术语限制。这些术语可以仅用于区分一元件、部件、区、层或部分与另一元件、部件、区、层或部分。因此，除非本文明确指明，诸如“第一”、“第二”和其他数字描述的术语当在本申请中使用时不是代表数列或顺序。因此，下面描述的第一元件、部件、区、层或部分在不背离示意性实施方式的教示的情况下可以称为第二元件、部件、区、层或部分。

[0027] 在本申请描述的各种实施方式中，公开了各种系统、方法和技术用于与在常用或单个过程步骤中的端点相关联的剥皮、焊接和切断绝缘电线。在示例性实施方式中，这可以通过以下方式来实现：控制吸收的激光能量实现仅会在一个区中烧蚀电线绝缘层的热分配，并转换至其中电线会焊接到端点表面的另一区。在示例性实施方式中，该过程还可以转至其中电线熔化并分离另一区，由此在端点的一侧留下完整的电线，将该电线接合到端点，并移除在端点另一侧的电线。本领域技术人员可以理解本申请公开的技术允许诸如绝缘电线的一物体被微焊接到另一物体，还热切断或分离电线的一部分，以及至少部分烧蚀电线的一部分上的绝缘层，所有这些在一个步骤中且基本同时发生，或在一系列的步骤中发生。本领域技术人员应当理解，依据激光强度、使用的材料的性质和热导率，以及使用的绝缘层

的类型,焊接/烧蚀/切断过程的同时性可能稍有或明显受到影响(例如一秒或若干秒的若干分之几)。

[0028] 同时非限制性示例,本申请中描述的多个(例如三个)加热区可以通过以下方式来实现:结合到定位的电线和端点的交叉区域上的激光辐射分配、激光辐射的聚焦区域和角度,以及电线的激光感应加热的传导至端点表面,进行组合足以将电线温度保持在范围内,该范围适用于在一部分中焊接,在一部分烧蚀绝缘层以及在端点的边缘的区、且在该区电线的温度继续上升到电线的熔点(由于较低热传导到端点的边缘)并因此在端点表面的边界从端点分离。电线和端点的热量的相对差值、电线与端点之间的接触程度、使用的材料、材料对使用的激光波长的易感性和/或电线上的张力会影响处理特性,例如激光强度、波长、曝光时间等。例如,常用的磁性电线可以被各种涂层绝缘,涂层可以在大约155°C至220°C的范围被热移除。里面的电线(例如铜)可以具有1805°C左右的熔点,且常见的端点材料(例如磷青铜)可以具有约1050°C的熔点和/或可以被锡覆盖,锡具有接近231°C的熔点。

[0029] 有利地,通过选择激光功率分配、激光辐射的施加的点和角度以及电线、电线绝缘层和端点的材料属性以及电线和端点的几何形状来控制整个过程。如果曝光所需的精度高,则过程可以进一步通过光学监视材料反应来改善,该光学监视可以使用与特性响应波形相比的检测到的光学反馈来检测绝缘层烧蚀、金属流动以及电线分离的光学强度变化特性,由此以能够控制曝光。在曝光过程期间电线分离还可以通过将端点上的电线张力维持在优化范围来改善。

[0030] 参考图1,示出了示例性实施方式,其中金属端点1被绝缘电线覆盖(在横截面中所示出的),该绝缘电线包括涂覆有一个或多个绝缘层3的金属导体2。在示例性实施方式中,电线被定位或被布置在一个或多个点接触端点1,如在该示例中所示出的点4和5。

[0031] 图2示出了图1的示例性实施方式的俯视图,其中提供了端点表面21,其可以是平的或其他形状(例如槽),如至少一个覆盖的绝缘电线22。从这个角度,激光束23可以指向与电线22和端点表面21的重叠处。在一个示例中,提供的激光束23的强度足以烧蚀绝缘层并加热电线22和端点表面21,以足以将电线22的金属焊接到端点21的温度。

[0032] 激光束23可以具有适用于加热材料的任意波长,优选地在500nm与1300nm、或532nm或1060nm之间。用于激光束的激光器可以是固态激光器(例如二级管泵浦激光器、红宝石激光器、掺钕镜铝石榴石(Nd:YAG)激光器)或具有高能量密度(例如1MW/cm²)的气体激光器,其产生小的热影响区域和高加热和冷却速率。激光器的光点尺寸可以变换,例如在0.2mm和13mm之间,但是对于焊接来说优选更小尺寸。在操作期间,激光器的穿透深度可以与提供的能量的量成正比例,但是还可以依据焦点位置,其中当激光器的焦点稍微低于工件的表面(例如电线/端点表面)时可以最大化穿透。在一些实施方式中,可以使用连续或脉冲激光束。毫秒长的脉冲可以用于焊接更薄的材料,而连续激光应用可以用于更深的焊接。

[0033] 本申请公开的激光器还可以用于执行烧蚀,其是用于通过使用激光束照射表面,以移除表面的材料(例如电线上的绝缘层)的过程。在低激光通量下,吸收的激光能量加热材料,并蒸发或升华该材料。在高激光通量下,材料可以被转化成等离子体。在一些示例性实施方式中,激光烧蚀可以包括使用脉冲激光移除材料,而在其他示例性实施方式中,可以使用高强度的连续波激光束烧蚀材料。激光束23的尺寸、强度和强度分布与电线和端点的比热(specific heat)一起可以在电线和端点的表面上产生不均匀的热分布,如图3中进一

步所具体示出的。

[0034] 参考图3,示出了图2中示出的实施方式的侧视图。在该示例中,激光束34被示出为汇聚以产生图2中示出的光束印记(23)的锥形光。激光束34可以具有加热电线绝缘层33、里面的电线32以及端点31的波长和能量等级。在一个示例性实施方式中,激光束34可以以一种方式瞄准,以在电线32和端点31的表面上的不同点实现不同的温度最大值,足以实现多个不同的材料变化。在示例性实施方式中,激光器可以瞄准端点31的边缘(37)且还可以调制角度以产生区域上的不对称光束从而在边缘(37)产生更高的热以焊接并切断电线(32),同时使用沿着电线32传导的热来可以在激光束34的焦点之外的区(38)烧蚀绝缘层33。

[0035] 在激光束34附近但没有直接暴露给激光束34的第一区35中,加热可以通过第二区36中的加热沿着电线32热传导来实现。在第一区35中,可以通过传导的热来热移除绝缘材料33,该传导的热可以达到足以实现绝缘层烧蚀(例如大于155°C)但是低于典型的焊接温度(例如针对诸如铜的金属至少1085°C)的温度。在第二区36中,接近激光束34的中心,电线32、33和端点31可以直接暴露给激光束34并被加热到烧蚀温度以上至电线和端点材料所需的焊接温度(例如针对诸如铜的金属至少1085°C),但是加热可能会受到热传导到该体积的端点31以及实现明显更高的温度的总集成激光能量的限制。在激光束34的边缘的第三区37可以被加热至至少焊接温度,或更高的温度(例如由于通过热传导至端点的热限制在端点的边界是较低效的),且由此在第三区37的峰值温度可以足够高以熔化并分离电线(例如由于较低的熔化粘性或电线上的张力,或这两者)。因此端点过程在端点的一个部分产生焊接的电线,以及在端点的另一侧分离多余的电线。

[0036] 在图4中,横轴上的激光曝光时间和纵轴上的温度的仿真波形图示出了之前图3中描述的不同加热区。在图4的示例性实施方式中,激光曝光在41指示的时间开始并在42指示的时间结束。曲线43示出了关于图3描述的在区35中的点的温度随时间的演变。曲线43示出了该区(35)达到足以烧蚀电线绝缘层的温度水平44,但是没有达到焊接阈值温度46。

[0037] 图4的第二曲线45示出了图3示出的区36中的点的温度随时间的演变。曲线45示出了该区达到足以将电线焊接到端点的温度水平46。第三曲线47示出了图3中示出的区37中的点的温度随时间的演变。曲线47示出了该区达到等于或大于曲线46的范围中的温度水平,以及高至由于熔化的电线的粘度和/或电线上的张力的下降导致电线从端点分离所在的温度水平48。

[0038] 在图5的示例性实施方式中,焊接部分50以侧视图示出,其中端点51现在熔合到电线52,以及绝缘层53已经在直接激光加热和/或通过热传导扩散的热已经达到烧蚀温度的范围被烧蚀。在该示例中,区域54被示出为电线在焊接期间已从端点分离的点。

[0039] 在图6的示例性实施方式中,焊接部分60以俯视图被示出,其中端点61现在被熔合到电线62。在该示例中,绝缘层63已经在直接激光加热和/或通过热传导扩散的热已经达到烧蚀温度的范围被烧蚀。以64为边界的区被示出为激光加热已经达到所需的焊接温度的区域。

[0040] 在图7的示例性实施方式中,焊接过程控制可以通过光学监视器71来改善,其可以产生响应于从正在被处理的电线和端点发生的光的反射强度信号72。在被暴露给激光74期间示出了电线75熔合到端点73。光学监视器71收集的检测到的光72的变化图案然后可以被传送给可编程控制器(例如计算机76),用于相对于诸如以指明焊接完成的所预先确定的响

应图案而进行处理和比对，其中在此之后，控制器可以终止激光曝光。当然，计算机76可以是基于微处理器的，并可以包括存储在与处理器相关联的存储器中的指令，该指令当被处理器执行时使得提供上述的处理和比对，且还可以使得提供联网能力、一个或多个图形用户界面(GUI)等等。

[0041] 在上述详细描述中，可以知道在本公开中为了简要目的在单独实施方式中各种特征被组合一起。这种公开方法不应被理解为反映所附所要求保护的实施方式的意图，而是需要比在每个权利要求中明确记载的特征更多的特征。

[0042] 此外，提供本公开的描述来使得本领域技术人员能够制造或使用公开的实施方式。对本公开的各种修改对于本领域技术人员来说是可以理解的，且本申请中定义的上位概念在不背离本公开的实质和范围的情况下可以应用其他变形。因此，本公开不应旨在被限制到本申请描述的示例和设计，而应当是符合与本申请公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

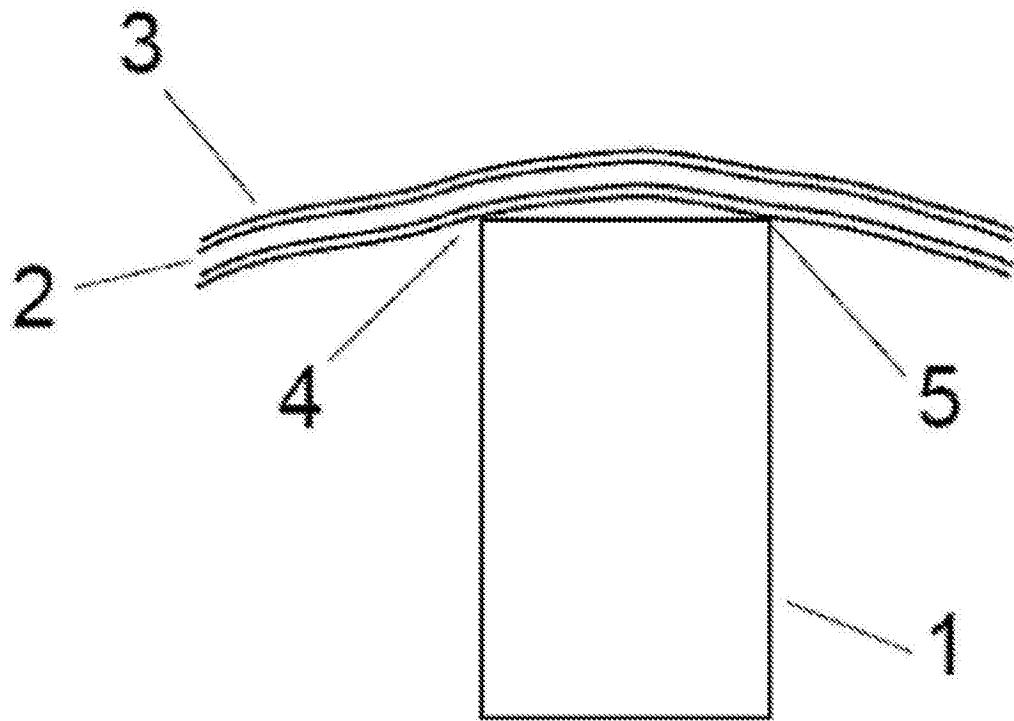


图1

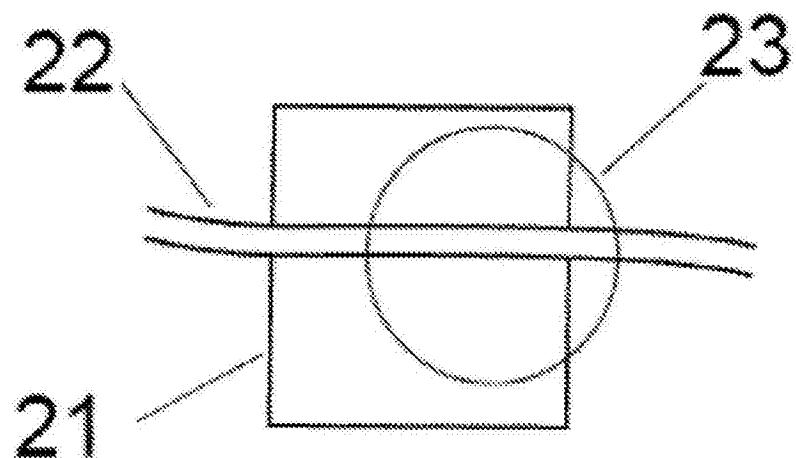


图2

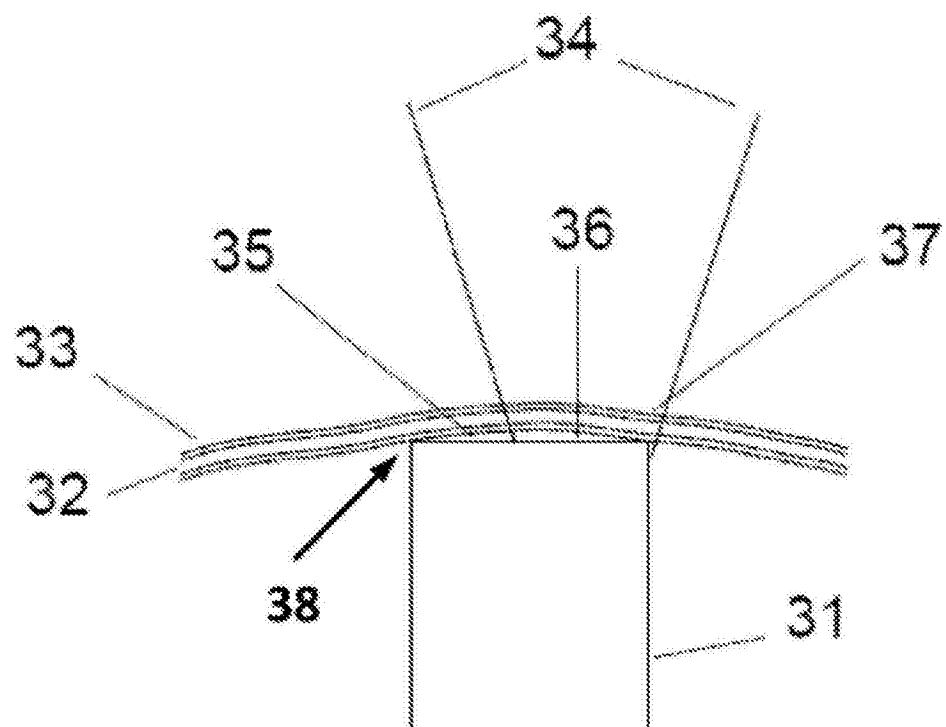


图3

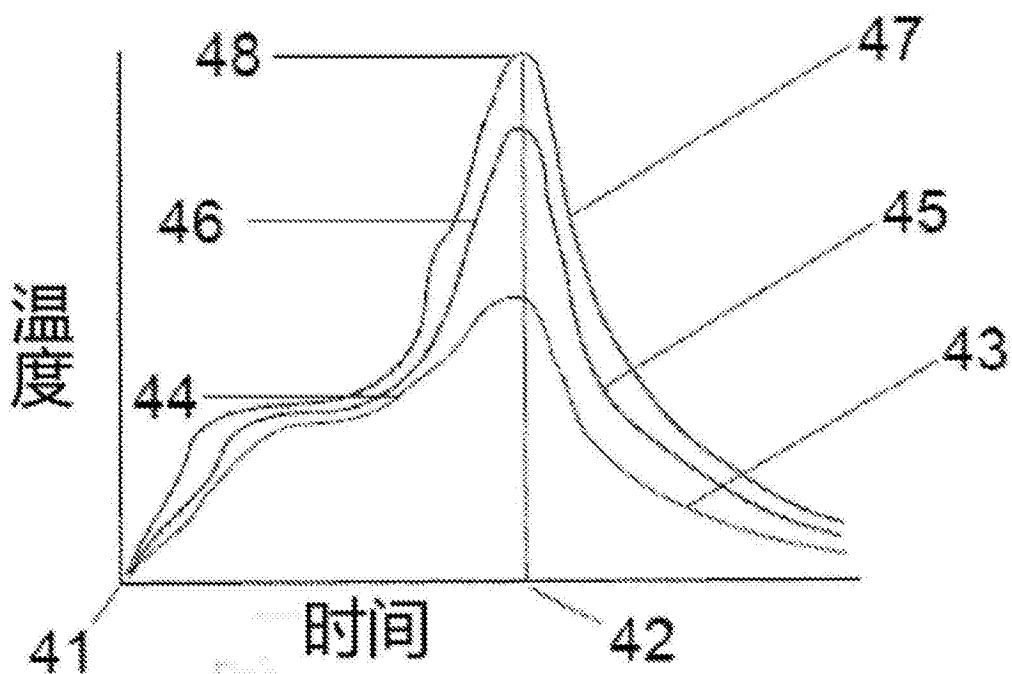


图4

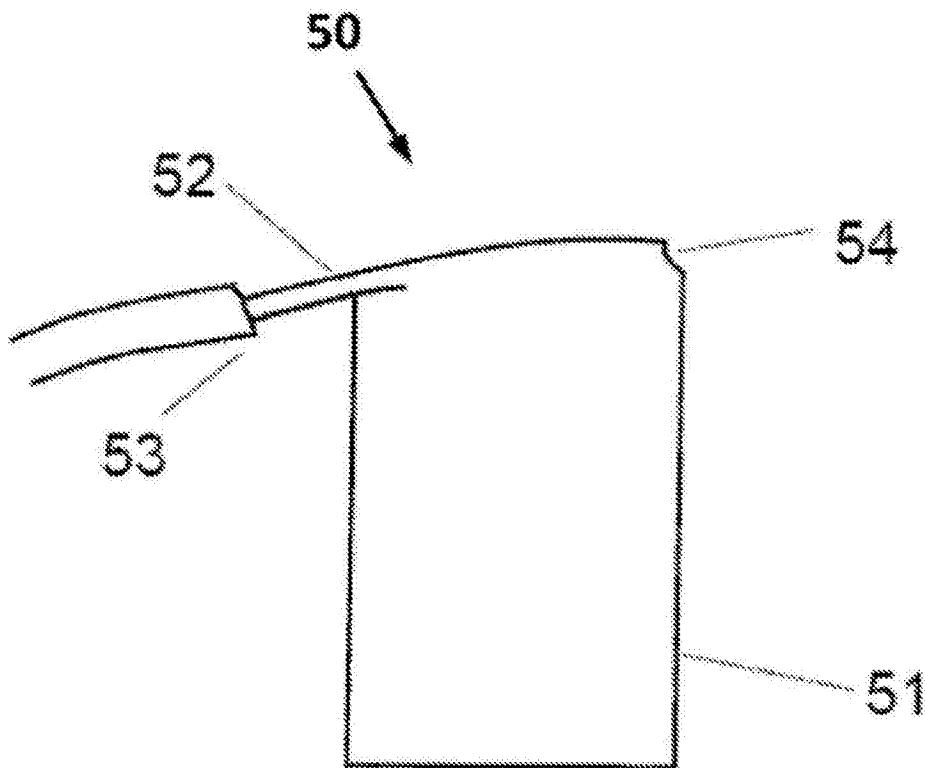


图5

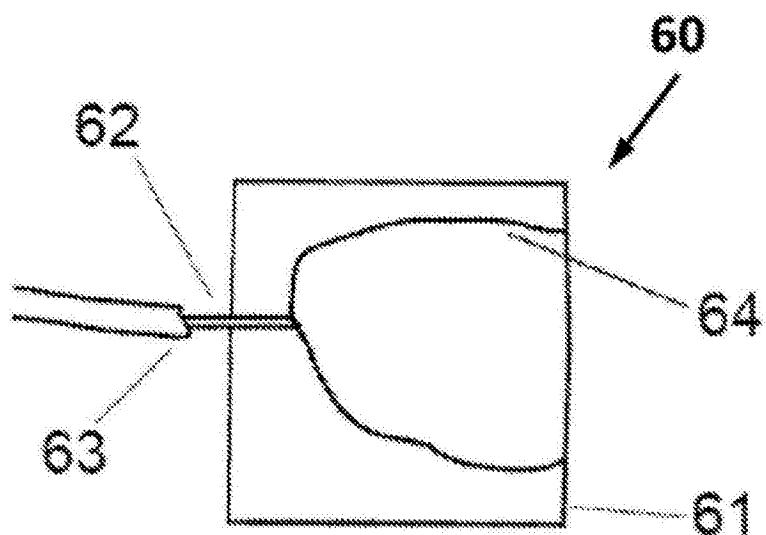


图6

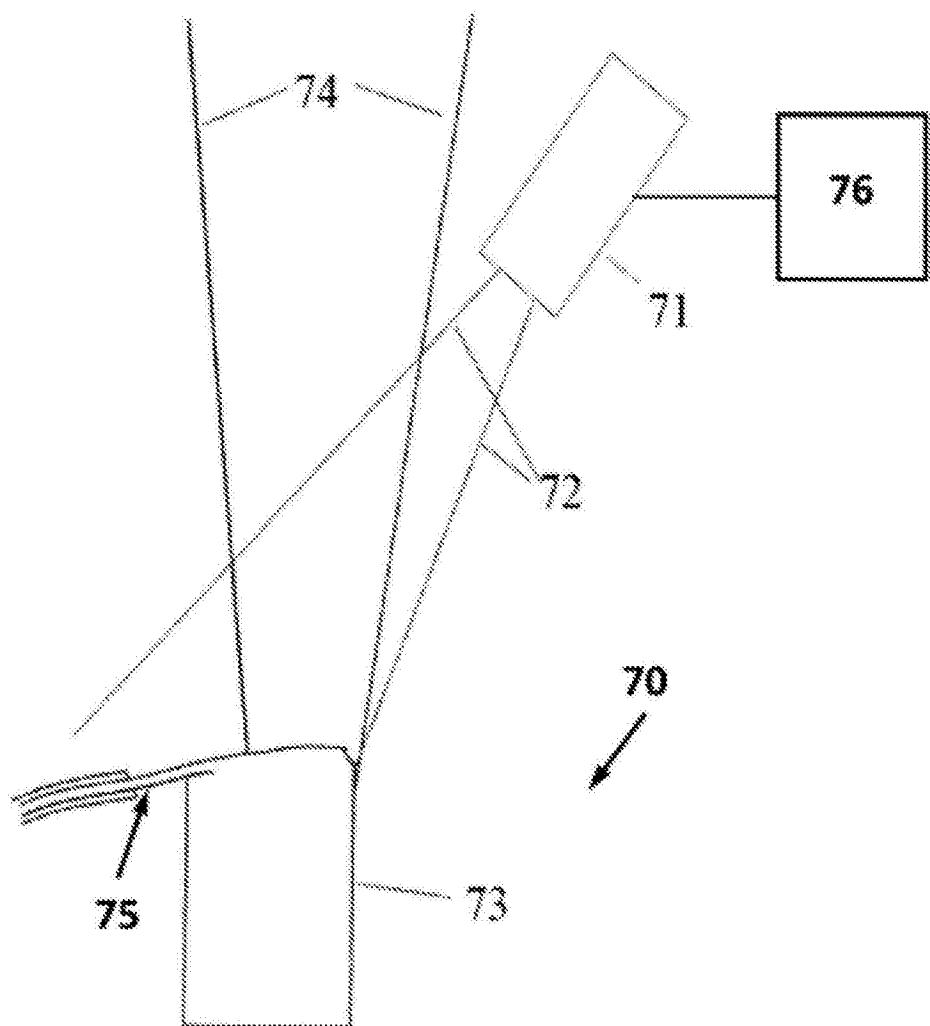


图7