

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23K 26/14 (2006.01)

F01D 5/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03807960.7

[45] 授权公告日 2007 年 6 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1319697C

[22] 申请日 2003.2.5 [21] 申请号 03807960.7

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 8 [33] US [31] 10/071,025

[86] 国际申请 PCT/US2003/003376 2003. 2. 5

[87] 国际公布 WO2003/066272 英 2003. 8. 14

[85] 进入国家阶段日期 2004. 10. 8

[73] 专利权人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 M·C·贝克 G·温彻斯特

F·伦特里亚 V·J·帕波托

W·F·赫曼 R·F·哈拉兹

[56] 参考文献

DE3942048A 1990. 8. 9

AT401246B 1996. 7. 25

US5321228A 1994. 6. 14

US4564736A 1986. 1. 14

JP11 - 347774A 1999. 12. 21

审查员 王伟

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨松龄

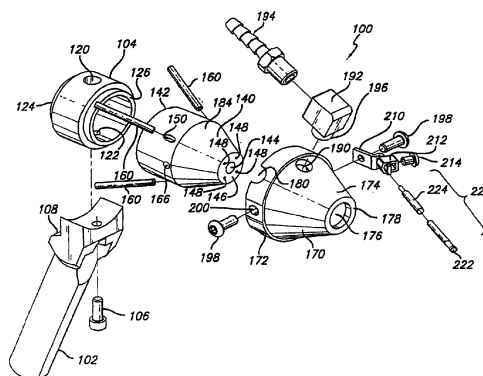
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 5 页

[54] 发明名称

手持式粉末供给的激光熔化焊炬

[57] 摘要

一种新颖创新的手持式粉末供给的激光融化焊炬(100)，其提供了使用粉末供给材料的激光焊接的手工灵活性。该手持式激光焊炬包括主体(104)、手柄(102)和喷嘴组件。喷嘴被与之稍微隔开的护罩(170)所保护。这两者之间的间隙提供了惰性气体可在其中流动的空间。来自远程光源的激光穿过喷嘴的中央孔而照射。喷嘴孔(144)被粉末通道的出口(148)所包围，并在工作焦点处与激光束对准以加工工件。近程传感器(220)可根据工件的存在与否来进行选择性的焊炬操作。



1. 一种用于处理工件的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 包括:

主体(104);

安装在所述主体(104)上的喷嘴组件(140), 所述喷嘴组件(140)形成有中央喷嘴孔(144), 气体和包括激光在内的光可穿过所述孔; 和

其中, 所述喷嘴形成有第一和第二粉末流动通道(152), 它们与所述中央喷嘴孔(144)附近的工作焦点(270)对齐, 通过所述第一和第二粉末流动通道(152)可输送熔化粉末, 以便被穿过所述中央喷嘴孔(144)而传输的激光所熔化。

2. 根据权利要求1所述的用于处理工件的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

粉末供应系统(290), 其与所述第一和第二粉末流动通道(152)相连, 并为所述第一和第二粉末流动通道(152)提供熔化粉末。

3. 根据权利要求1所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

所述第一和第二粉末流动通道(152)设于相对的位置处并且呈锥形。

4. 根据权利要求1所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

分别插入到所述第一和第二粉末流动通道(152)中的第一和第二粉末流管(160), 所述第一和第二粉末流管(160)提供了粉末流供应源(290)与所述第一及第二粉末流动通道(152)之间的导管。

5. 根据权利要求1所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

具有中空圆柱形后部的喷嘴(140), 所述后部与中空的截头圆锥形的前部相连;

所述前部终止于包围了所述中央喷嘴孔(144)的平坦环面(146)处;

所述第一和第二粉末流动通道(152)从所述喷嘴面(146)中对称地延伸出;

所述第一和第二粉末流动通道(152)的入口(150)位于所述后部中并靠近所述前部。

6. 根据权利要求1所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

与所述喷嘴(140)相连的喷嘴气罩(170);

所述喷嘴气罩(170)限定了与所述喷嘴孔(144)大致同轴的气罩孔(176);

所述喷嘴气罩(170)限定了用于引入包括稀有气体在内的气体的气体入口(190);

所述喷嘴气罩(170)与所述喷嘴(140)大致间隔开但却非常接近, 从而提供了围绕着所述喷嘴(140)的防护罩, 气体在流过所述喷嘴(140)之后经由所述气罩孔(176)而离开; 其中

气体受控地引入到所述喷嘴(140)和喷嘴气罩(170)之间, 从而提供了一种受控的环境, 通过该环境可将激光和熔化粉末输送到工作焦点(270)上。

7. 根据权利要求1所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

手柄(102), 所述手柄可相对于所述喷嘴(140)可拆卸地连接和定位。

8. 根据权利要求1所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

适于为所述焊炬(100)选择性地提供光的控制器(286);

与所述喷嘴(140)相连的近程传感器(220), 当所述喷嘴孔(144)接近所述工件时, 所述近程传感器(220)可与所述工件接合, 所述近程传感

器(220)改变其到所述控制器(286)的信号状态,从而在所述工件处于预定位置时选择性地促动所述焊炬(100)。

9. 根据权利要求 8 所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

所述近程传感器(220)与所述工件相连, 并在所述传感器(220)接触到所述工件时建立起闭合电路, 所述闭合电路可启动所述焊炬(100)的促动, 而所述闭合电路的断开则使所述焊炬(100)停用。

10. 根据权利要求 8 所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬(100), 其特征在于, 所述焊炬(100)还包括:

可选择性地将光施加到所述焊炬(100)上的控制器(286);

所述近程传感器(220)包括开关(222), 其在所述工件促动所述近程传感器(220)时打开, 而在所述近程传感器(220)停用时关闭, 所述开关(222)根据它的开和关的状态来打开或关闭所述焊炬(100)。

手持式粉末供给的激光熔化焊炬

发明背景

发明领域

本发明涉及激光熔化焊接，更具体地涉及一种手持式粉末供给的激光熔化焊炬。

相关技术的描述

通常来说，通过激光束和合金粉末流的同时和协同的操作，就可以进行金属制品表面的焊接和/或合金化。为了实现这一目的，目前已经使用了一些系统，其具有激光源和聚焦装置，以及设置成整体组件一部分的粉末传送装置。激光束使制品表面上的一块较小的区域熔化，并通过粉末流来将受控体积的合金化颗粒传送到熔体池中。

在激光熔化焊接中，通过激光束和合金粉末的同时和协同的操作，就可对金属或其它材料制品的表面进行合金化或其它处理。通常来说，激光束使制品外表面的相对较小的体积熔化，粉末系统将受控体积的合金化颗粒输送到该熔体体积内。合金化颗粒在整个这一体积内扩散，并以可控制的方式改变、补充或添加到外层的组成成分中。例如通过工件相对于射束焦点的推进可使射束移开，这会导致熔体体积迅速变冷。冷却发生得非常迅速，以至于该体积能够保留有熔融混合物的特性。

作为一个例子，燃气涡轮发动机、例如那些用于喷气式飞机的燃气涡轮发动机目前被设计成能够满足日益提高的性能要求。已经受到广泛关注的发动机的一项设计要点是在快速旋转的叶片外周和周边外壳之间所形成的密封。另一受到关注的设计要点是喷气式发动机中的涡轮喷嘴系统。

本发明的所有人霍尼韦尔国际公司通常利用称为 JetFix 的工艺来修理涡轮喷嘴。JetFix 工艺采用下述步骤：通过化学或机械的方式来剥离外部铝化物涂层，焊接裂缝，热冲击焊缝（以形成微裂缝），对裂缝进行氟化物离子清洗（以去除氧化物），镀覆 JetFix 铜焊合金，进行真空炉铜焊，混合铜焊，重新涂覆铝化物涂层，并进行有效的流动区域检查。

在过去的十二年中已经使用了激光粉末熔化(LPF)技术，其体现出了在涡轮翼型上具有很小的热影响区域的优点。某些修理设备如霍尼韦尔国际公司所使用的那些修理设备已经成功地修理了超过 500000 件翼型，这些翼型随后已经累积经历了超过 1 千万小时的飞行时间。然而，可以买到的 LPF 机器相对较大，而且通常是沿着为修理专用部件而预编程的路径运作。这样，LPF 的一项限制是在修理过程中，当进行焊接时使用者不能以习惯的方式来操作激光焊炬。因此，需要一种 LPF 装置，其可允许使用者在操作激光时能使焊缝和焊接工艺适应工件。本发明能够满足这种需求。

发明概要

本发明提供了一种手持式粉末供给的激光熔化焊炬，其通过将激光传输到焊接熔化粉末流上来实现定制的焊接。可提供这种紧凑的激光焊接系统的能力提高了方便性和灵活性，使焊工可以更好的技巧、灵活性和效率来创建或修理物体。

通过大功率的激光加工可以修理磨损或损坏的金属部件和组件，或者是恢复其尺寸，在该激光加工中，激光源具有足以熔化金属表面的强度，同时将粉末、丝状或棒状形式的金属填充物引入到熔体池中。还可将液体或半液体形式的金属先质施加到表面上，使其干燥，之后进行激光加工。在传统工作站类型的激光粉末金属熔化设备无法接触到工作表面的情况下，优选使用紧凑的手持式焊炬。其它情况可能涉及到修理具有不规则的和随机的裂缝或损伤的部

件，这些裂缝或损伤是无法用机器人或可编程的工作站来修理的。为了进行这种类型的修理，激光和金属填充物均需要一种便携式的灵活的传送系统。本发明通过将激光束和金属粉末的传送部件集成到一个紧凑的手持式单元中来满足这些需求。激光源可以是连续波的Nd:YAG激光器。

在一个实施例中，手持式激光器包括主体和安装在主体上的喷嘴组件，该喷嘴组件形成有中央喷嘴孔，气体和包括激光在内的光可穿过该孔。喷嘴形成有第一和第二粉末流动通道，它们与中央喷嘴孔附近的工作焦点对齐。熔化粉末可通过第一和第二粉末流动通道来输送，以便被穿过中央喷嘴孔而传输的激光所熔化。

在另一实施例中，提供了一种手工式地激光粉末熔化焊接工件的方法以进行构建和/或修理。还提供了一种可手工操作的手持式粉末供给的激光熔化焊炬。在这种手工操作中，焊炬通常享有很大的空间自由度，使得焊工可将焊炬置于多种且多个易达到的位置中。这样，焊工可使其行为适应手边的需求，还能不受激光焊炬的物理性限制。

从优选实施例的下述描述中并结合以示例方式显示了本发明原理的附图，可以清楚本发明的其它特征和优点。

附图简介

图 1 是根据本发明的手持式粉末供给的激光熔化焊炬组件的右侧分解透视图。

图 2 是图 1 所示手持式粉末供给的激光熔化焊炬的右侧剖视图，其带有光学准直仪但无喷嘴气罩。

图 3 是图 1 所示手持式粉末供给的激光熔化焊炬沿着图 8 中的线 3-3 剖开的从右上方看去的局部剖视图。

图 4 是图 1 所示手持式粉末供给的激光熔化焊炬在装配后的右侧透视图。

图 5 是近程传感器系统的状态/控制图。

图 6 是图 1 所示手持式粉末供给的激光熔化焊炬的右侧平面图。

图 7 是图 1 所示手持式粉末供给的激光熔化焊炬沿着图 6 中的线 7-7 剖开的右侧剖视图。

图 8 是图 1 所示手持式粉末供给的激光熔化焊炬的后平面图。

优选实施例的介绍

在下文中结合附图所进行的详细描述是对本发明的现有优选实施例的描述，并不代表可实施和/或使用本发明的唯一形式。在这些描述中结合所示实施例阐述了用于实施和操作本发明的步骤的功能和顺序。然而应当理解，通过不同的实施例也可实现相同或等效的功能和顺序，这些实施例也包含在本发明的精神和范围内。

一种可选择的且成本较低或插入式的工艺使用手持式激光粉末熔化(LPF)焊炬，其可通过局部地去除涂层和裂缝、进行激光粉末熔化焊接、混合以及对铝化物涂层进行局部修补来修理涡轮喷嘴的裂缝。LPF 焊接的优点是较低的热输入和所引起的热影响区域，其允许在涡轮喷嘴上进行之前无法进行的焊接。

通过大功率的激光加工可以修理磨损或损坏的金属部件和组件，或者是恢复其尺寸，在该激光加工中，激光源具有足以熔化金属表面的强度，同时将粉末、丝状或棒状形式的金属填充物引入到熔体池中。还可将液体或半液体形式的金属先质施加到表面上，使其干燥，之后进行激光加工。在传统工作站类型的激光粉末金属熔化设备无法接触到工作表面的情况下，优选使用紧凑的手持式焊炬。其它情况可能涉及到修理具有不规则的和随机的裂缝或损伤的部件，这些裂缝或损伤是无法用机器人或可编程的工作站来修理的。为了进行这种类型的修理，激光和金属填充物均需要一种便携式的灵活的传送系统。本发明通过将激光束和金属粉末的传送部件集成到一个紧凑的手持式单元中来满足这些需求。目前所优选的激光源

是中等功率到大功率（例如 600-1000 瓦）的连续波的 Nd:YAG 激光器，当聚焦在工作面上的某一点处时，其能够熔化多种金属。在 YAG (Nd:YAG)激光器中，增强介质是含有镨系金属钕(Nd)的离子的钇铝石榴石(YAG)棒。根据具体应用的要求，可以使用其它的激光和/或粉末供给源。

Nd:YAG 激光器是可以使用的，其原因是：

1) Nd:YAG 激光器的 1.06 微米(1.06 μ m)的基本特征波长能够容易地通过柔性硅纤维光缆来传输；

2) 射束的空间特性非常适合于在喷气式发动机场合中常用的熔化金属合金所需的足够能量密度和均匀度下通过简单的透镜来聚焦，以产生约 1 毫米(1mm)直径的光点直径；和

3) Nd:YAG 激光器的基波波长容易被基质金属吸收，使金属能在较低的激光功率设定值下熔化。

根据手工操作的需要，光纤传输系统允许将激光源设置在离手持式激光焊炬的较远的位置。

激光焊炬包括有光学系统和集成式金属粉末传送喷嘴，光学系统可将激光束聚焦在工件上，而喷嘴可将金属合金粉末沉积到由聚焦的激光辐射所产生金属熔体池中。可以通过柔性光纤光缆来将焊炬组件与激光源光耦合。由激光源发出的激光能量通过光缆来传输，从而使设于焊炬外壳内的光学器件校准并聚焦。焦点直径选择成使得可在可能的最低激光输出功率下产生基本材料的所需熔化。熔体池的直径、穿透深度、热影响区域(HAZ)的尺寸和焊接速率均与激光的焦点直径和激光的总输出功率密切相关。在一毫米(1mm)的焦点直径和六百瓦(600W)的激光输出功率下已经得到了良好的结果。在基本金属的性能和所需的焊接速率方面的变化要求有不同的焦点直径和激光功率设定值。通过选择准直透镜和聚焦透镜的不同组合便可调节焦点直径和工作焦距。焊炬组件可以拆卸成部件以便于更换透镜。通过改变激光源的功率输出设定值便可调节激光的功率。

通过一个或多个容纳在激光焊炬内或连接在焊炬上的喷嘴就可以将金属粉末引入到焊接区域中。在一个实施例中，粉末喷嘴与光束路径同轴。这种布置比偏心式喷嘴设计更紧凑，而且可以更顺利地通到工件中。通过同轴式设计还可提供在焊炬操作方面的更大的灵活性。也可以使用独立的手持式偏置粉末传送喷嘴，其不与激光焊炬相连。还可结合有尺寸、重量、平衡和人机工程学方面的特征，以便提供手工的控制和操作。为了增强可控性，还可包括有整体式的、可随意或选择性拆卸的手柄。可拆卸且可互换的粉末传送喷嘴的嘴头可适应于 1/4 英寸到 3 英寸(0.25"-3")范围内的工作距离。

金属粉末通过软管以预定的流率从远处的供给/送料单元中计量输送到喷嘴组件上。操作人员可通过远程控制来启动或停止这种流动。一个或多个集成的安全传感器装置可在操作期间主动地监测焊炬相对于工件的接近程度和方位，从而防止意外的或无意的促动。

另一设计可具有一个或多个与光学聚焦组件相连的偏置喷嘴。偏置喷嘴的角度和关系可调节成能够提供金属粉末相对于激光焦点的所需布置。

如图 1 所示，手持式粉末供给的激光熔化焊炬 100 具有可选的手柄 102，主体 104 通过销、螺钉、螺栓、铆钉 106 或者其它可穿对手柄 102 的上部 108 的紧固件而与手柄 102 相连。手柄 102 的上部 108 构造成使其可容纳主体 104 的圆柱形结构。

主体 104 具有位于其后部的将在下文中详细描述透镜保护器，它提供了一种可互换的零件，喷嘴 140 和射束传输组件 130 以及手柄 102 均可通过可互换且方便的方式与该零件相连。上方孔 120 用作喷气(bleed gas)可经其而流入焊炬 100 中的入口，并且提供了大致惰性的环境，通过该惰性环境可传播激光，并用来防止由激光所引起的氧化或其它化学反应。另外，惰性气体可提供可预期的光学环境，激光可通过该环境而传播。此外，通过上方孔 120 而流入的喷气可用来防止和阻碍灰尘或其它颗粒物质进入到焊炬 100 中，尤其

是进入到喷嘴 140 或其它限制范围内。

惰性气体可与将在下文中针对喷嘴气罩 170 详细描述的气体相同，并且根据焊炬 100 的应用场合而通常包含有大多数或所有的惰性气体。这种惰性气体包括氦气、氩气和氮气。虽然流经喷嘴气罩 170 的气体流率处于约几升每分钟(L/M)，然而流经上方孔 120 的气体的体积通常为约几立方英尺每小时，例如四立方英尺每小时。

为了构造一种无手柄式焊炬 100，可将手柄 102 从主体 104 上拆下来。在任何情况下，焊炬的操作人员都必须正常使用焊接手套或类似物，以防止他或她的手受到来自焊接部位的喷溅物或其它材料的伤害。这种来自焊接部位的喷溅物是流经上方孔 120 的喷气的激发物之一。喷气通常可阻碍或防止这种喷溅物回到焊炬 100 中。

下方主体孔 122 用来容纳销或螺钉 106，该销或螺钉 106 穿过手柄 102 和主体 104，以便将主体 104 连接到手柄 102 上。

主体 104 具有带螺纹的后法兰 124 和前法兰 126。法兰可带有用于连接的螺纹。后法兰用于更加牢固地固定在图 2 中以剖面的形式详细示出的射束传输组件 130。前法兰 126 用来在主体 104 和喷嘴 140 之间实现更佳的固定接合。接头主体 104 可具有能够使其与焊炬的不同零件相连的其它装置。

接头主体 104 的尺寸和形状或长度和直径可根据激光焊炬 100 所需的光学特性或其它特性来进行尺寸加工。如果需要额外的长度以容纳喷嘴 140 或其它结构，那么便可增加接头主体 104 的长度，以便例如容纳更长的焦距。另外，接头主体 104 的直径也可根据焊炬 100 的操作特性来进行调节。

此外，在另一实施例中，可以组合的方式来构建焊炬 100，使得所有的部件都处于一个整体式单元中。然而，这种静态结构并不会有助于其适应性，而这对不同的操作或任务来说是必须的。因此可以认为，为激光焊炬 100 提供零件组合式结构更加有利，这样就可将不同的工作零件从其它零件上拆下来或与之分开，以便提供更简

便的维护、互换性和可调节性。通常对于光学特性、气体流动特性和粉末流动特性来说，不可能为这些不同的方面或操作提供即时的可选调节。因此，为了提供用于不同操作特性所需的结构或体系，通常必须独立地加工单独的部件。这例如包括接头主体 104 的直径，或者是粉末流入并穿过喷嘴 140 的角度。

喷嘴 140 的内部通常是空心的，这一部分处于其后部处的宽孔 142 和前部处的窄孔 144 之间。喷嘴 140 的后部本质上是大致圆柱形的，而前部是带有平坦前端面 146 的大致截头圆锥形状。

喷嘴 140 的端面 146 设有四个粉末流孔 148。该粉末流孔 148 向后延伸穿过喷嘴 140 的主体，直至在后粉末流孔 150 处离开圆柱形的后部。如图 3 所示，粉末流动通道 152 处于后粉末流孔 150 和前粉末流孔 148 之间的距离上的中间，其最初是圆柱形，然后逐渐变窄以使直径在通道 152 的较宽后部到较窄的前端直径之间变小，直到气体通道穿过前粉末流孔 148 和端面 146 而离开。

各粉末流动通道都在其后部经后粉末流孔 150 而插入了粉末流管 160，该流管可由铜制成。粉末流管 160 穿过后粉末流孔 150 而引入到粉末流动通道 152 内，以便提供与粉末流线（未示出）的连接，该粉末流线通过前端孔 148 之外的粉末压力出口而为焊炬 100 提供熔化粉末。粉末流管 160 会聚在粉末输送焦点处，其允许会聚的粉末流优选于喷嘴气罩 170 之外混合。

在喷嘴 140 中还显示了两个连接孔 166 中的一个，该孔可允许利用销、铆钉、螺钉或按钮而将喷嘴气罩 170 固定在喷嘴 140 上。

喷嘴气罩 170 为大致截头锥体的形状，其具有圆柱形的后缘 172，该后缘由前截头锥体部分 174 来限制。喷嘴气罩的前部被截断，并具有被内部的平坦环形部分 178 所包围的中心前孔 176。喷嘴气罩 170 的内部为大致空心的，以便容纳喷嘴 140 的前截头锥体部分 184。

在圆柱形后缘 172 上设有挤入凹口 180，其用于在粉末流管 160 从粉末流动通道 152 中伸出来时容纳流管 160 的突出后端。

通常来说,在紧邻于喷嘴 140 的渐缩的前截头锥体部分 184 之前的存在有圆柱部分和渐缩部分之间的过渡的区域中,在喷嘴气罩 170 的边缘 172 与后粉末通道孔 150 附近的区域之间存在着紧密配合。这有助于在喷嘴 140 和喷嘴气罩 170 之间提供后部密封。

喷嘴 140 与喷嘴气罩 170 稍微偏开并间隔开,以便在喷嘴 140 的前部 184 的外部 and 喷嘴气罩 170 的前截头锥体部分 174 的内部之间允许有气体流动。如图 3 所示,喷嘴气罩 170 的前端孔 176 也与喷嘴端面 146 间隔开,从而提供了增压区域 186,气体可如下所详细描述的那样引入到该区域 186 中。

喷嘴气罩 170 具有气孔 190,在其中安装了公-母直角管接头 192。在公-母接头 192 的母口部分中安装有钩型管 194,而接头 192 则以其公口端 196 安装到气孔 190 中。

左侧或右侧的紧固件如销、螺钉、螺栓或铆钉 198 安装在相对地布置在圆柱形后缘 172 上的孔 200 内,并且穿入到喷嘴 140 的连接孔 166 中,从而将喷嘴气罩 170 连接到喷嘴 140 上。

当焊炬 100 在惰性环境如焊接箱、手套式操作箱等中使用时,可省略掉气罩 170 和相关的惰性气体结构。另外,在可获得相对较清洁的真空的情况下(例如在轨道上),可以省略气罩 170。在这种情况下,如果设置了传感器探针 220 的话,那么传感器探针 220 应当与喷嘴 140 或其它焊炬结构相连。

另外,电源连接器 210 通过其中一个销 198 而与喷嘴气罩 170 相连。如图 1 所示,将电源连接器 210 连接到喷嘴气罩 170 上的销或螺钉 198 是左侧的销或螺钉 198。电源连接器 210 已连接到电源接头夹 212 上,该接头夹 212 通过螺钉或螺栓 214 而固定住。螺钉 214 还将接近开关的探针 220 固定住,该探针可用来检测在喷嘴 140 和喷嘴气罩 170 的工作前孔 144,176 之前是否存在焊接物体或工件。

可利用弹簧来偏压接近探针 220,从而将延伸的接近开关 222 从接近固定套筒 224 中向前且向外地偏压。通过电源接头夹 212 和连

接螺钉或螺栓 214 来使探针 220 与电源连接器 210 保持连接。工件或物体可克服接近开关的弹簧偏压，使接近开关移动到接近固定套筒 224 中，从而激发或促发激光焊炬 100 的电连接。在图 4 中显示了组装好的整个焊炬 100。

图 2 显示了带有相连的光束传输组件 130 的激光焊炬 100。光束传输组件 130 用于接收入射激光 250，并将其聚焦在喷嘴气罩 170 的前孔 176 的前方不远处。光束传输组件 130 通常由光学惰性材料制成，因此它不会受到激光等的影响。光束传输组件 130 接收激光 250，并开始使光线穿过第一准直仪。光束传输组件 130 具有第一聚焦透镜或准直仪 252，它可以是 60 毫米的准直仪。第一准直仪 252 通常可捕获入射激光并使其折射，从而使其在光学准直仪 130 的内部平行于准直仪 130 的大致圆柱形的内表面而传播。该平行传播的光之后照在聚焦透镜 254 上，该透镜 254 可以是 90 毫米的聚焦透镜。而后聚焦透镜 254 将平行传播的光聚焦到喷嘴气罩 170 的前孔 176 的前方不远处的点上。

第一准直仪 252 和聚焦透镜 254 在光学准直仪 130 内间隔开，以便有效地提供光聚集和聚焦的质量，第一准直仪 252 通常与入射激光 250 间隔开大致与第一准直仪透镜 252 的焦距相等的距离。然后将聚焦透镜 254 设置在光束传输组件 130 的与入射激光 250 相反的端部的附近。由于聚焦透镜 254 受到透镜保护器 256 的保护，因此它与光学准直仪 130 的光出口端 258 隔开。

应当注意的是，具有最佳准直特性和聚焦特性的光束传输组件 130 可用来将激光的焦点聚焦在粉末流的焦点处、超过该焦点或该焦点之前，并且这两个焦点可相对于喷嘴 140 的端部选择性地设置。在某些情形下，为激光和粉末流提供不同的焦点可能更加有利。通常说来，这些焦点应当与焊炬 100 的主轴线共线。然而，本发明也可提供这些焦点不共线的其它实施例。

在最优选的实施例中，在整个光学准直仪 130 或焊炬 100 中都

不会发生入射激光 250 的散射或吸收,从而提供了更高的效率,并且有可能的最多入射激光 250 聚焦在工作焦点 270 上。最需要只存在少量的激光散射,因为这样才可将激光所产生且施加的最多能量传输到焊接部位。

优选的是,只有穿过粉末流管 160 和粉末流动通道 152 的入射熔化粉末在离开喷嘴时才会阻碍或挡住聚焦后的激光 250。粉末流管 160 和粉末流动通道 152 共享与激光 250 相同的额定工作焦点 270。为了优化激光和粉末的相互作用特性,可以单独地调节激光和粉末流的焦点的精确位置。然后将激光的能量聚集在熔化粉末上,加工表面无论如何都要设置在敞开前端 176 和喷嘴气罩 170 之前。

为了对激光和粉末提供这种独立的调节,焊炬 100 的主体 104 应可互换,并且提供如上所述的适合于或可用于焊接行为的多种可选的直径和长度。

另外,为了提供更好的激光传输,可在激光 250 从中穿过的透镜上设置抗反射涂层。此外,可对聚焦透镜 254 进行螺纹调节,从而使焊工能用手自发地调节激光的焦点。这种螺纹调节可采用可调螺钉的形式,其可移动聚焦透镜 254 可在其上平移的支架。

在操作中,通过光纤等来将激光传输到光束传输组件 130 的光接收端 262 处。然后将激光和待熔粉末同时聚焦到工作焦点 270 上。激光的能量足以熔化该待熔粉末,同时使工件的至少一些表面部分与激光液化的熔化粉末焊接并相连。然后在金属或其它易于进行激光焊接的表面上进行焊接或其它构建操作。

虽然激光焊炬 100 可以在无熔化粉末的条件下使用,然而熔化粉末与激光 250 的联合使用提供了一种手段,其可对金属物体或者其它易于进行激光加工的材料物体进行修理、焊合和其它构造性焊接操作。

在操作中,钩型导管 194 通过摩擦配合紧密地容纳了与惰性气源、例如稀有气体氩气源相连的出口。由于前喷嘴部分 184 稍微地

偏离于喷嘴气罩 170 的内部，因此氩气可用于充填增压区域 186，从而为惰性气体流入到喷嘴 140 和喷嘴气罩 170 之间的区域内以及流入到增压区域 186 内提供截头锥形的通路。

使用惰性气体来防止排气及喷嘴气流的分子与焊接部位发生无意的结合。这些惰性气体在本领域是已知的，并类似于在 TIG（钨极惰性气体）焊接（也称为钨电极惰性气体保护焊或 GTAW）中所使用的那些惰性气体。惰性气体通常具有不会与其它材料或分子结合的性质。氩气是一种普遍使用的惰性气体，与氦气一样，氦气也是稀有气体。然而在某些情况下，也可采用氦气作为惰性气体。

另外，如果焊接部位要掺杂或故意夹杂一些基质或供给粉末之外的物质，那么气体传送系统可用来将这些掺杂成分或分子输送到焊接部位处。对这一实施例来说必须进行一定的实验，但在某些情况下必须控制例如因在惰性气体中引入了氧气而产生的氧化作用。为了在焊接部位处提供这种化学结构的有意变化，也可将其它气体引入到惰性气流中。

通过使用非活性的惰性气体，就可使粉末和受到入射激光 250 照射的工作面不会被氧化，或者不会与除了周围材料之外的任何物质相结合。在工作焦点 270 附近的紧邻环境中的自由氧气或其它气体都被惰性气体替代。这就能够对工件物体和/或熔化粉末的焊接进行更大程度的控制。这还消除了燃烧、氧化及其可能性，并提供了更好的焊接操作，这是因为只有需要被焊接的材料才被高能量的入射激光 250 液化或软化。

对于航空机修工或其他金属工人来说，通过提供如本文所述的手持式粉末供给的激光熔化焊炬，激光焊接操作就变得更加简单了。另外，由于可通过光缆得到强度很高的激光，并且可通过粉末供给管 160 得到熔化粉末，因此该焊炬可提供一种能实现焊接操作的更有用的方法。

类似于图 5 所示，接近探针 220 可与激光源 280 相结合地操作，

从而根据工件 282 的接近程度来提供自动切换的操作。在一个实施例中，导线与电源连接器 210 相连，这样，当将接近开关 222 被压入到接近固定器 224 中足够深时，接近开关 222 就可促动激光源 280。

通常来说，接近开关 222 只是启动了促动，但并不用来实际上促动焊炬 100，除非它是促动机构中的最后一个零件。接近开关 222 的促动是操作焊炬 100 的必要但非充分条件。接近开关 222 的促动是必须的，这是因为必须促动接近开关以操作焊炬 100。然而，接近开关 222 并不是充分条件，因为其不能单独地促动焊炬 100。也可与焊炬 100 相结合地使用手持式触发器等（未示出），以便为焊工提供对焊炬 100 的附加控制。

或者，如图 5 所示，如果工件是导电的，那么可通过互锁控制电路 286 来建立起电回路 284，该控制电路 286 可通过供电路径 288 来控制供电。在经由安全探针 220、电回路 284、互锁控制电路 286 和供电路径 288 实现了电路闭合时，互锁控制电路 286 将检测到该激光焊炬或激光焊炬 100 是否充分地接近于工件 282，从而通过促动激光源 280 来促动激光焊炬 100。互锁控制电路 286 在检测到闭合电路时可启动激光源 280 的促动，从而通过激光传输路径 288 来将足以进行焊接操作的激光传输到焊炬 100 上。此外，互锁控制电路 286 还可控制采用形式为粉末供给组件等的粉末源 290。

粉末供给组件 290 可以与本领域中已知的相同。熔化用粉末可通过泵送等经由粉末流动通道 152 传送到喷嘴 140 处。用于合金粉末的源或储槽可与焊炬 100 保持一定的距离，并通过高压管线等来将粉末输送到喷嘴 140 中。

另外，为了测量焊炬 100 以及焦点至焊接基底的接近程度，还可使用其它类型的传感器。这种传感器包括非接触式传感器，其可使用电感、电容或光学特性来测量焊炬 100 至焊接基底的距离。焊炬 100 设计成使用了具有约 1.06 微米波长的激光，其可传输足以进行本文所述的焊接行为的能量。金属粉末的使用使得电容式非接触

传感器存在一定的困难。另外，焊炬所产生的热量和红外能量也会对光学式非接触式传感器带来光学上的困难。然而，可以使用一些其它的性质来提供非接触传感器，和/或这些困难可因特定的非接触式传感器的特性来得以克服。另外，可将未来研制出的其它传感器应用到焊炬 100 中并提供有利的接近程度检测，使其能够容易地或有利地结合到焊炬 100 中。

虽然图 5 未示出，然而互锁控制电路也可控制熔化粉末的供应以及惰性气体到激光焊炬 100 中的流动。

接近探针或传感器 220 通过目标识别和定点约束来提高操作安全性。可通过限定或保持从喷嘴气罩孔 176 到工件 282 的正确工作距离来提供过程控制。近程传感器 220 可提供对工作距离的物理限制，或者在闭环控制系统的情况下为自动化的工作距离补偿装置提供距离反馈。可通过近程传感器来提供关于焊接部位和焊炬 100 之间的相对位置的附加反馈。近程传感器 220 可为焊工提供关于这种相对位置的音频和/或视频反馈。另外，近程传感器还可提供足够的反馈以允许自动地调节激光 250 和粉末流量。

手持式激光焊炬 100 可包括集成的安全/近程传感器 220，其具有带弹簧加载的伸缩式探头 222（可买到的现成零件）的电绝缘的接触式探针 220，该探针 220 通过喷嘴气罩 170 而与激光焊炬的输出端相连。为了有更好的传导性能，可以对传感器 220 镀金。这种探针与工件 282 的金属表面一起形成了用于激光器的过程通断(process shutter)控制电路 280 的电通路。为了能发出激光输出，安全传感器 220 必须在物理上和电学上与所需的工件 282 相连。这样一来，工件本身必须与地线隔离，并与相邻的金属部件绝缘。安全探针 220 在与工件 282 接触时的位置关系限定了激光发射的方向，并且保证已经选择了正确的目标。必须提供从工件 282 到激光器的过程通断控制电路 280 的电回路 284。这可通过从工件到过程控制系统之间的电导线连接来建立。鳄鱼夹或等同的夹子可提供与工件相连的适当装置。

目标识别可通过如图 5 所示的所需电接触来实现。除非在安全传感器探针 220 和工件 282 之间已经建立了直接的电接触,否则无法进行激光发射。

在这种装置中也可提供焊炬到工件的工作距离的过程控制。近程传感器探针 220 包括弹簧加载的伸缩式探头 222。由于操作人员手动地随从部件的轮廓,因此该探头的运动范围限定了工作距离。或者,可通过选择可互换的探头来提供工作距离和高度误差的范围。由于探头很容易更换,因此可根据正常的磨损和破裂的需要来安装新的探头。另外,激光聚焦和粉末供给技术的进展可允许根据探头 222 所检测到的工作距离来调节工作焦点 270。

在另一解决方案中,可采用点接触式线性可变差动变换器(LVDT)来替代上述基本的弹簧加载式探针。这种 LVDT 探针提供了与其位移成比例的电反馈源。这种信号可用来主动地控制激光和粉末金属沉积系统,从而通过与机动式透镜和粉末喷嘴位置促动器相接口的闭环反馈系统来在焊炬 100 和工件 282 之间保持预定的距离。

在另一解决方案中,将一个或多个非接触式传感器与焊炬 100 相连,以提供安全识别和位置检测。这一方案的优点在于由非接触式系统所提供的高度的灵活性和灵巧性。与点接触式传感器相比,工件的形状和结构可以有更广的范围。

备选的传感器可以基于光学、电容、电感或视频技术,但不必限于此。有时需要提供超过一种类型的传感器的组合,以便提供必要程度的部件识别和位移分辨率。非接触式传感器技术可与手工操作人员或自动的闭环控制系统一起使用,以满足部件距离方面的要求。

这种手持式粉末供给的激光熔化焊炬使得激光焊接成为手工的过程而不需要编程。这使得更容易操纵激光输出棒/焊炬以到达诸如带有一定曲率的喷嘴的位置。这一特征使得可在任意位置处进行三维(3D)焊接。大多数现有的激光焊接系统都是二维(2D)的,并因自动

化的编程要求而限制为只有非常少的 x-y 运动，使得它们不能处理部件之间的过多变化。

在手持式粉末供给的激光熔化焊炬中，激光束和粉末都聚焦在喷嘴之外。这有助于防止喷嘴出口被堵塞。

可采用屏蔽性惰性气体来从焊接区域中除去氧气和其它活性气体，以保护粉末和基底免受污染（即氧化）。重量较轻的设计使得激光焊炬更符合人机工程学，易于使用和维护。YAG 激光器与光纤电缆的使用可提供一定的灵活性，这是通过使用手持式焊炬并同时激光束传输到焊接区域来实现的。

近程传感器允许焊接在焦点处开始。传感器也用作安全构件，以允许激光束仅在其焦点靠近所需的焊接区域时才开始。惰性载气用来将粉末传输到焦点上。这就防止了任何对焊接和粉末的氧化作用。喷嘴组件的所有具体结构或零件都易于更换。所有部件可用螺纹容易地连接在一起。

在操作或使用激光焊炬 100 中，提供了一种手工式地激光粉末熔化焊接工件的方法以进行构建和/或修理。还提供了一种可手工操作的手持式粉末供给的激光熔化焊炬。在这种手工操作中，焊炬通常享有很大的空间自由度，使得焊工可将焊炬置于多种且多个易达到的位置中。这样，焊工可使其行为适应手边的需求，还能不受激光焊炬的物理性限制。

首先通过溶剂清洗等来准备工件 282，以保证工件是清洁的并准备好可进行焊接。一旦准备好，就为焊炬 100 准备激光源，并准备好可以使用的熔化粉末源。根据焊炬 100 的结构，可以使近程传感器 220 与工件 282 接触。一旦焊工准备好，就可压下触发器（未示出）以促动焊炬 100，并在工件 282 上进行焊接工艺。然后通过焊炬 100 将激光和粉末流输送到工作位置，并在工件上进行焊接工艺。

虽然在上文中已经参考优选实施例或特定实施例来介绍了本发明，然而应当理解，在不脱离本发明的范围或其新颖概念的前提下，

可以对本发明进行各种变更和其它的变化，并且可用等同物来代替本发明的零件。

具体而言，紧固件的可互换特性要求这里所述的一类紧固件或固定的意思应当理解为公开了可实现所公开类型的紧固件或固定的所有或部分功能的所有类型的紧固件或固定。例如，螺栓、螺钉、销、铆钉或榫钉均可相互间互换，紧固和焊接也是一样。同样，在公开了这种可互换的或等同的元件、操作或功能中的一种或多种时，其它可互换的零件、操作或功能都可被认为与此处所公开的元件、操作或功能相似。

另外，在不脱离本发明的实际范围的前提下，可以进行许多修改以使具体的情况或材料适于本发明。因此，本发明并不局限于本文所公开的用于实施本发明的具体实施例，而是本发明包括所有落入附属权利要求的范围内的实施例。

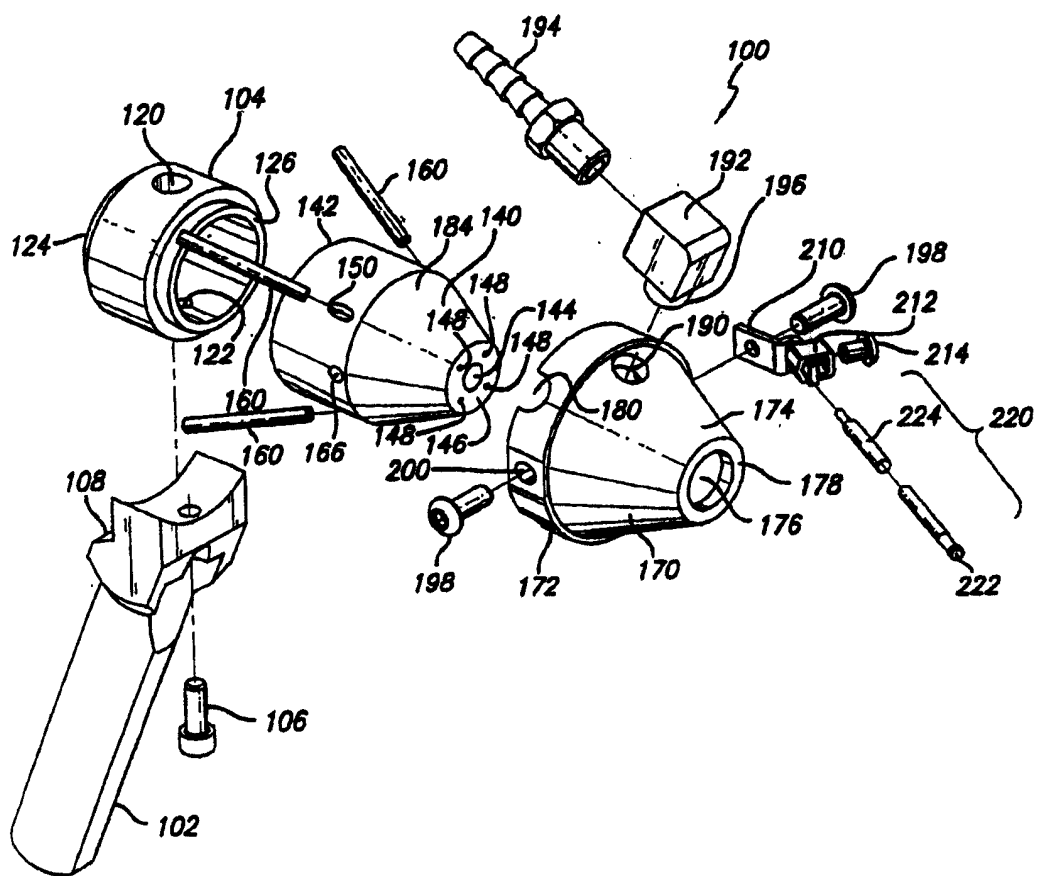


图 1

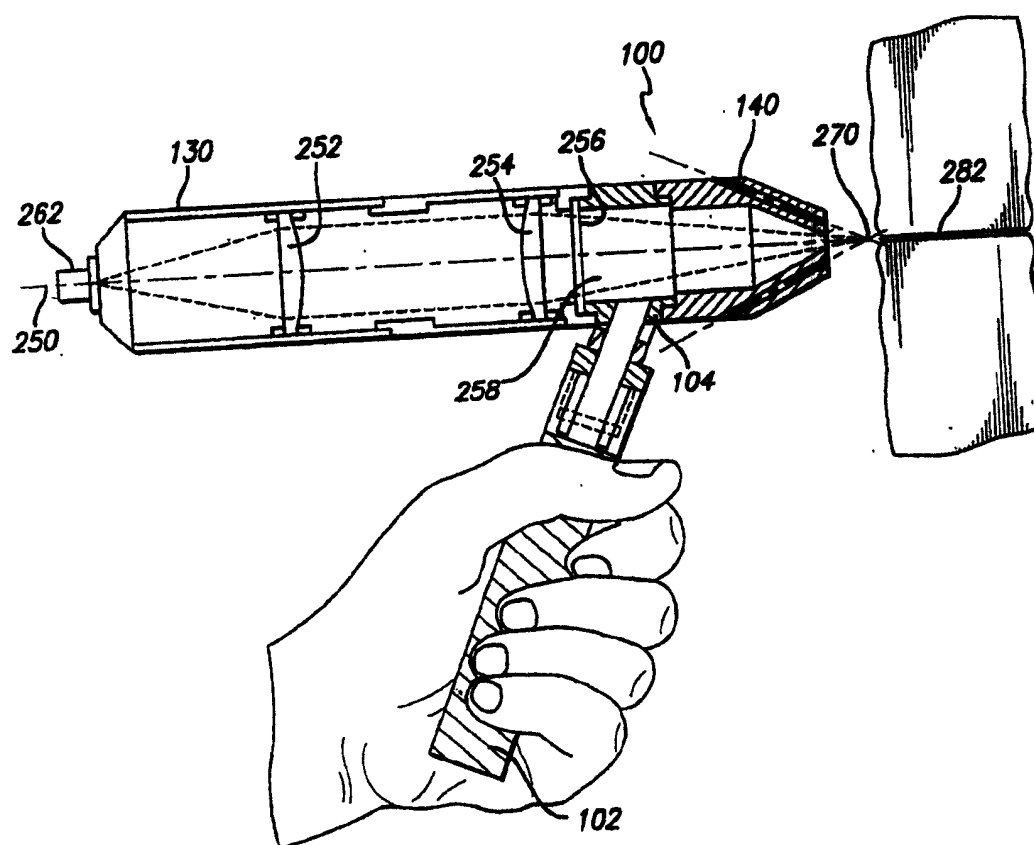


图 2

图 4

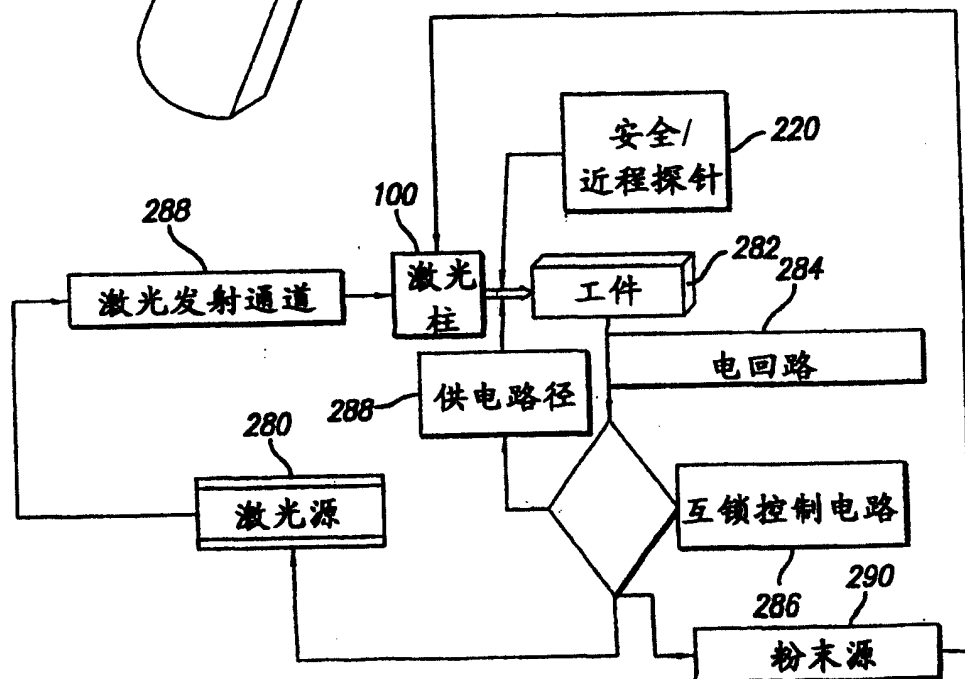
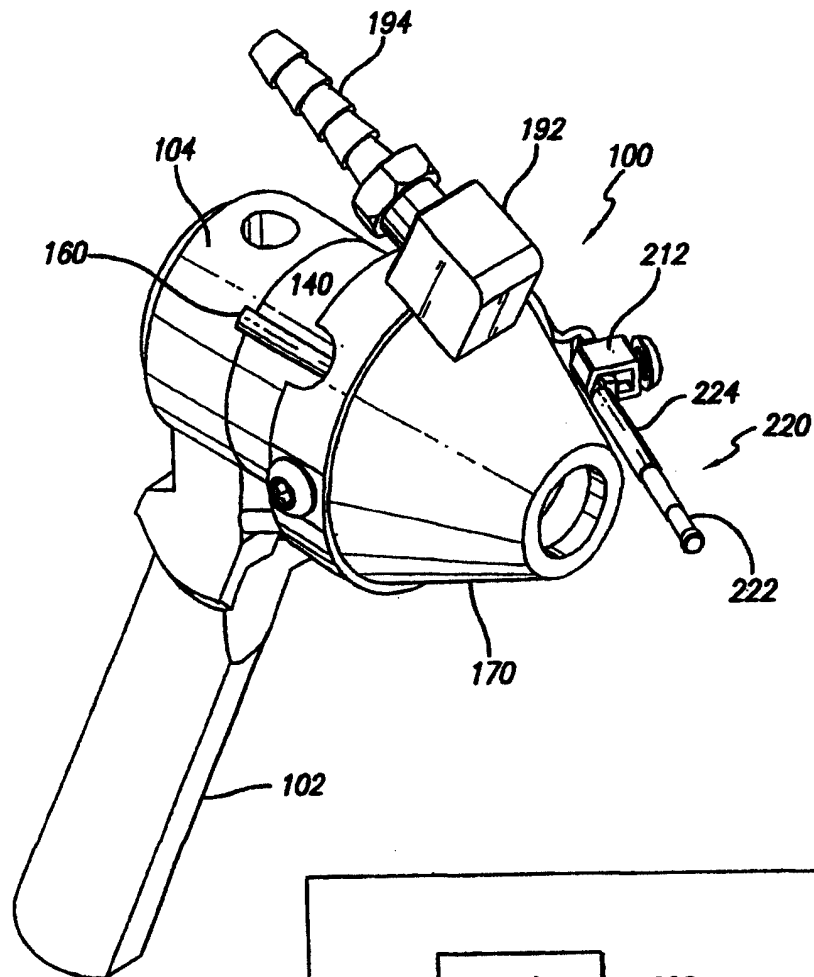


图 5

图 3

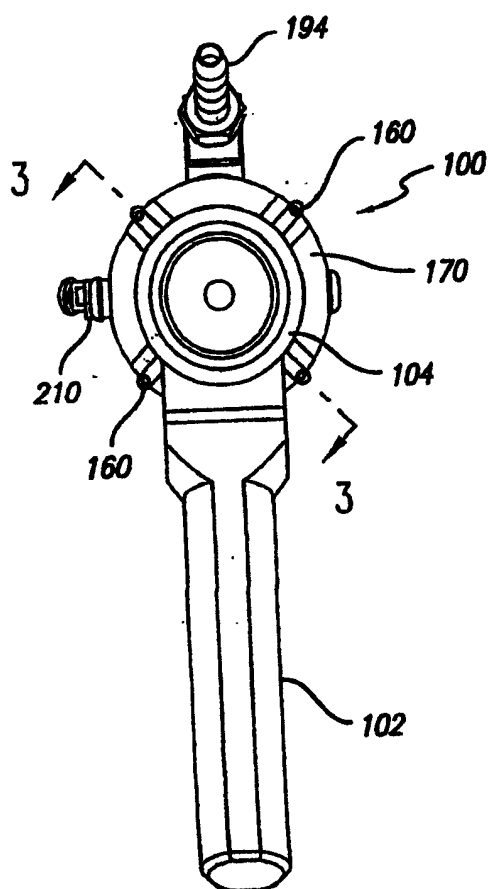
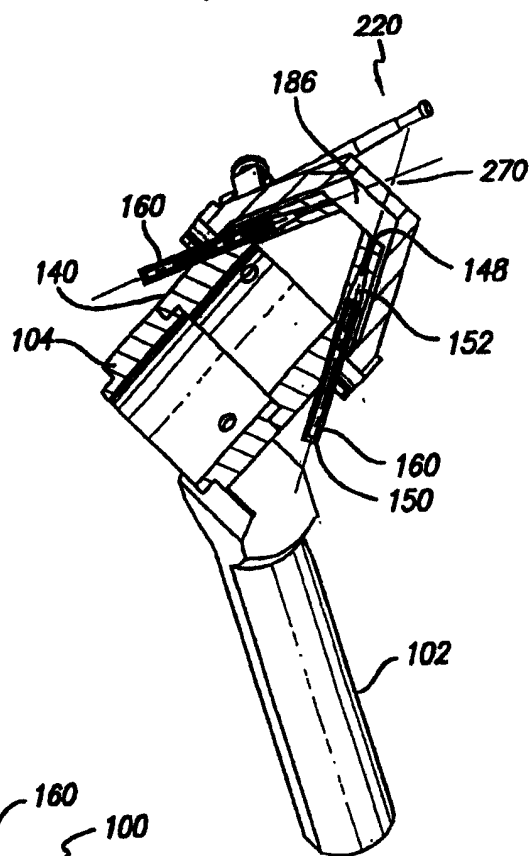


图 8

图 6

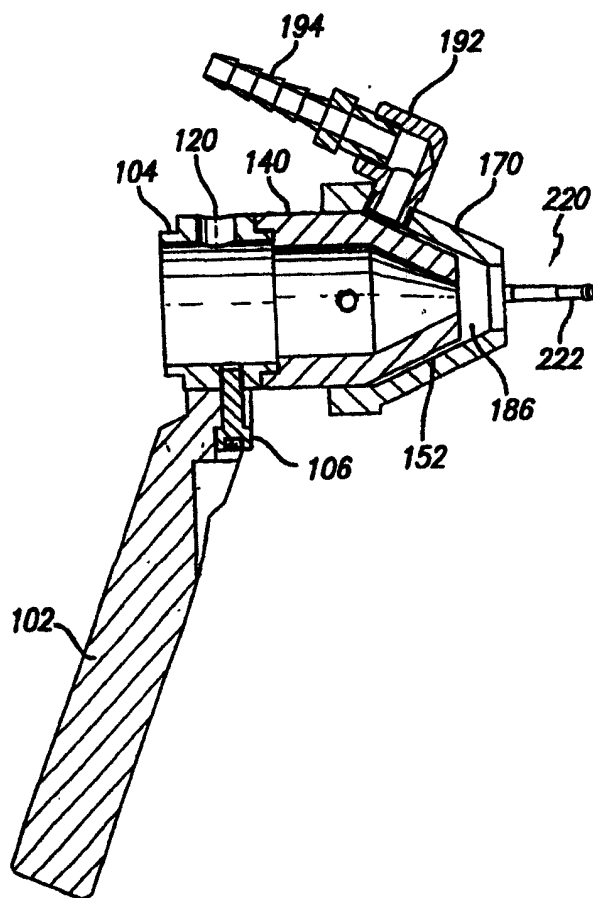
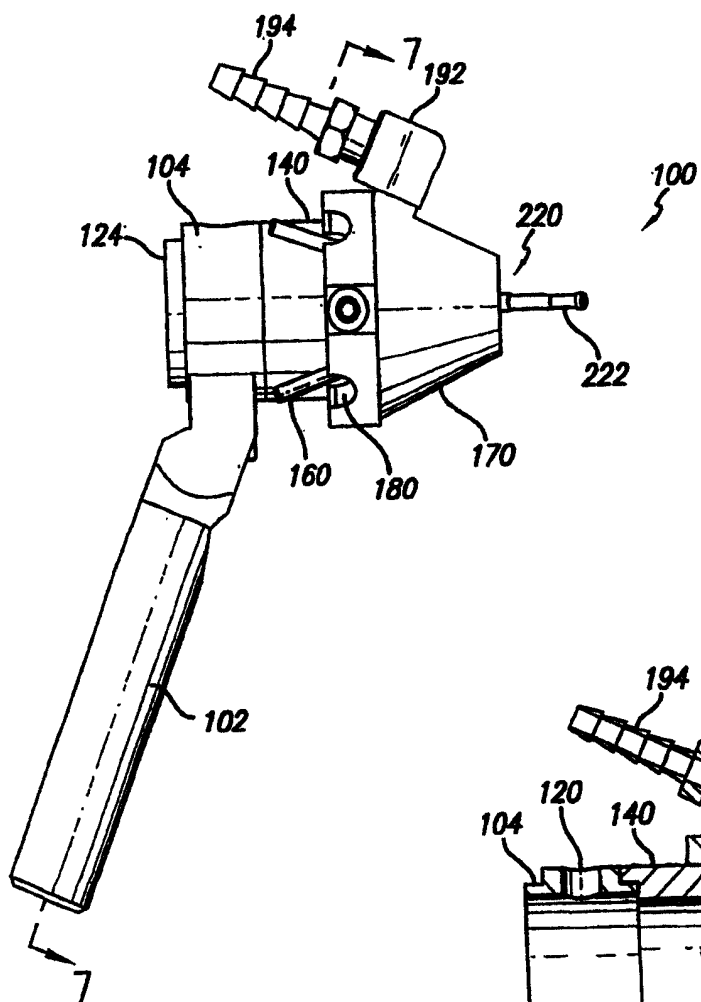


图 7