[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B23K 10/00 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03806661.0

[45] 授权公告日 2007 年 6 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1320977C

[22] 申请日 2003.2.25 [21] 申请号 03806661.0

[30] 优先权

[32] 2002. 2.26 [33] US [31] 10/083,029

[86] 国际申请 PCT/US2003/005759 2003.2.25

[87] 国际公布 WO2003/072294 英 2003.9.4

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.21

[73] 专利权人 热动力股份有限公司

地址 美国新罕布什尔州

[72] 发明人 罗格·W·休伊特

凯文·D·霍纳－理查森

约瑟夫·P·琼斯 陈世宇

弗莱德·罗格斯

[56] 参考文献

US4682005A 1987.7.21

US5961855A 1999.10.5

US5990443A 1999.11.23

US5994663A 1999.11.30

审查员 王 伟

[74] 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

代理人 罗正云 宋志强

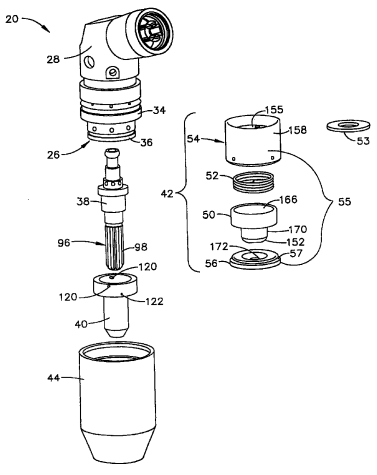
权利要求书 10 页 说明书 15 页 附图 16 页

[54] 发明名称

用于高频电源和低压电源的等离子弧吹管、其使用的启动夹头、和操作该吹管的方法

[57] 摘要

本发明提供了一种双模式等离子弧吹管(12)，它较佳地包括配置在电极(38)与管嘴(40)之间的启动夹头(42)。 在一种形式中，启动夹头包括与电极(38)电接触并被弹性偏压而与管嘴(40)接触的启动器，这样当等离子弧吹管处于接触启动模式时，启动器可克服弹性偏压移动，从管嘴分离并在启动器与管嘴之间建立引导弧。 另外，当等离子弧吹管(12)处于高频启动模式时，启动夹头使管嘴与电极间隔，这样在电极与管嘴之间建立引导弧。 在另一种形式中，所提供的接触启动吹管可在高频下工作，并且相反地，所提供的高频启动吹管可在低电压下工作。



1、一种等离子弧吹管，包括:

电极;

管嘴; 和

配置在该电极与该管嘴之间的启动夹头，该启动夹头包括与该电极电接触并被弹性偏置为与该管嘴接触的启动器，

其中当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，启动器可移动，以从该管嘴分离，并在该启动器与该管嘴之间建立引导弧，和

当该等离子弧吹管处于高频启动模式时，该启动夹头使该管嘴与该电极相间隔，使得在该电极与该管嘴之间建立引导弧。

2、根据权利要求 1 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括:

夹头组件;

配置在该夹头组件内的偏压件; 和

配置在邻接该偏压件并在该夹头组件内的启动器，

其中该偏压件偏压该启动器，使启动器与管嘴接触。

3、根据权利要求 2 所述的等离子弧吹管，其中该夹头组件进一步包括夹头体和固定于该夹头体的远端的管嘴座。

4、根据权利要求 2 所述的等离子弧吹管，其中该偏压件是螺旋弹簧。

5、根据权利要求 1 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括:

提供气体流以冷却该电极的多个通气孔。

6、根据权利要求 5 所述的等离子弧吹管，其中该通气孔进一步包括外通气孔及内通气孔，使得随着气体从外通气孔流至内通气孔该气体的速度增大。

7、根据权利要求 5 所述的等离子弧吹管，其中该通气孔对该启动夹头的中心是偏置的。

8、根据权利要求 5 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括

多个与该通气孔连通的通气通路，以从该启动夹头内排出气体。

9、根据权利要求 1 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括内环，以隔绝通气腔与等离子腔。

10、根据权利要求 1 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括:

构造有远端的夹头体；和

固定于该夹头体的该远端的管嘴座，

其中该夹头体与该电极电接触，该管嘴座使该夹头体与该管嘴绝缘。

11、根据权利要求 1 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括:

夹头体；和

固定于该夹头体的远端的管嘴座，

其中该管嘴座与该管嘴电接触，该夹头体使该管嘴座与该电极绝缘。

12、一种等离子弧吹管，包括:

电极;

管嘴；和

配置在该电极与该管嘴之间的启动夹头，该启动夹头包括提供气体流以冷却该电极的多个通气孔;

其中该启动夹头使该管嘴与该电极间隔，使得当该等离子弧吹管处于高频启动模式时，在该电极与该管嘴之间建立引导弧。

13、根据权利要求 12 所述的等离子弧吹管，其中该通气孔进一步包括外通气孔及内通气孔，使得随着气体从外通气孔流至内通气孔该气体的速度增大。

14、根据权利要求 12 所述的等离子弧吹管，其中该通气孔对该启动夹头的中心是偏置的。

15、根据权利要求 12 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括多个与该通气孔连通的通气通路，以从该启动夹头内排出气体。

16、根据权利要求 12 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括内环，以隔绝通气腔与等离子腔。

17、根据权利要求 12 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括:

夹头体；和

固定于该夹头体的远端的管嘴座，

其中该夹头体与该电极电接触，该管嘴座使该夹头体与该管嘴绝缘。

18、根据权利要求 12 所述的等离子弧吹管，其中该启动夹头进一步包括:

夹头体；和

固定于该夹头体的远端的管嘴座，

其中该管嘴座与该管嘴电接触，该夹头体使该管嘴座与该电极绝缘。

19、一种用于高频启动等离子弧吹管的启动夹头，该启动夹头提供该等离子弧吹管中电极与管嘴之间的分离及电绝缘，所述的启动夹头进一步包括提供气体流以冷却该电极的多个通气孔。

20、根据权利要求 19 所述的启动夹头，其中该通气孔进一步包括外通气孔及内通气孔，使得随着气体从外通气孔流至内通气孔该气体的速度增大。

21、根据权利要求 19 所述的启动夹头，其中该通气孔对该启动夹头的中心是偏置的。

22、根据权利要求 19 所述的启动夹头，其中该启动夹头进一步包括多个与该通气孔连通的通气通路，以从该启动夹头内排出气体。

23、根据权利要求 19 所述的启动夹头，其中该启动夹头进一步包括内环，以在等离子弧吹管内隔绝通气腔与等离子腔。

24、根据权利要求 19 所述的启动夹头，进一步包括:

构造有远端的夹头体；和

固定于该夹头体的该远端的管嘴座，

其中该夹头体与该电极电接触，该管嘴座使该夹头体与该管嘴绝缘。

25、根据权利要求 19 所述的启动夹头，进一步包括:

夹头体；和

固定于该夹头体的远端的管嘴座，

其中该管嘴座与该管嘴电接触，该夹头体使该管嘴座与该电极绝缘。

26、一种用于高频启动等离子弧吹管的启动夹头，该启动夹头提供该等离子弧吹管中电极与管嘴之间的分离及电绝缘，该启动夹头包括：

多个限定了外通气孔和内通气孔的通气孔；和

内环，

其中该通气孔提供气体流以冷却该电极，随着气体从外通气孔流至内通气孔该气体的速度增大，内环在等离子弧吹管内隔绝通气腔与等离子腔。

27、一种等离子弧吹管，包括：

电极；

管嘴；和

配置在该电极与该管嘴之间的启动夹头，该启动夹头包括：

夹头体；

固定于该夹头体的远端的管嘴座；

配置在该夹头体内的偏压件；和

启动器，该启动器与该电极电接触，并被该偏压件所偏压而与该管嘴接触，

其中当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，该启动器可克服弹性偏压移动，以从该管嘴分离，并在该启动器与该管嘴之间建立引导弧，和

当该等离子弧吹管处于高频启动模式时，该启动夹头使该管嘴与该电极相间隔，使得在该电极与该管嘴之间建立引导弧。

28、根据权利要求27所述的等离子弧吹管，其中该偏压件是螺旋弹簧。

29、一种等离子弧吹管，包括：

电极；

管嘴；和

用于接触启动模式的接触启动夹头和用于高频启动模式的高频启动夹

头中的至少一个，该启动夹头配置在该电极与该管嘴之间，该接触启动夹头包括：

夹头体；

固定于该夹头体的远端的管嘴座；

配置在该夹头体内的偏压件；和

启动器，该启动器与该电极电接触，并被该偏压件所偏压而与该管嘴接触，

其中当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，该启动器可克服弹性偏压移动，以从该管嘴分离，并在该启动器与该管嘴之间建立引导弧，和

当该等离子弧吹管处于高频启动模式时，该启动夹头使该管嘴与该电极相间隔，使得在该电极与该管嘴之间建立引导弧。

30、根据权利要求 29 所述的等离子弧吹管，其中该高频启动夹头进一步包括：

提供气体流以冷却该电极的多个通气孔。

31、根据权利要求 30 所述的等离子弧吹管，其中该通气孔进一步包括外通气孔及内通气孔，使得随着气体从外通气孔流至内通气孔该气体的速度增大。

32、根据权利要求 30 所述的等离子弧吹管，其中该通气孔对该高频启动夹头的中心是偏置的。

33、根据权利要求 30 所述的等离子弧吹管，其中该高频启动夹头进一步包括多个与该通气孔连通的通气通路，以从该启动夹头内排出该气体。

34、根据权利要求 29 所述的等离子弧吹管，其中该高频启动夹头进一步包括内环，以隔绝通气腔与等离子腔。

35、根据权利要求 29 所述的等离子弧吹管，其中该高频启动夹头进一步包括：

夹头体；和

固定于该夹头体的远端的管嘴座，

其中该夹头体与该电极电接触，该管嘴座使该夹头体与该管嘴绝缘。

36、根据权利要求 29 所述的等离子弧吹管，其中该高频启动夹头进一步包括：

夹头体；和

固定于该夹头体的远端的管嘴座，

其中该管嘴座与该管嘴电接触，该夹头体使该管嘴座与该电极绝缘。

37、一种等离子弧吹管，包括：

电极；

管嘴；和

用于接触启动模式的接触启动夹头和用于高频启动模式的高频启动夹头中的至少一个，该启动夹头配置在该电极与该管嘴之间，

该接触启动夹头包括：

夹头体；

固定于该夹头体的远端的管嘴座；

配置在该夹头体内的偏压件；和

启动器，该启动器与该电极电接触，并被该偏压件所偏压而与该管嘴接触；和

该高频启动夹头包括多个限定了外通气孔和内通气孔的通气孔、内环和通气通路，该通气孔和通气通路提供气体流以冷却该电极，随着气体从外通气孔流至内通气孔该气体的速度增大，内环在等离子弧吹管内隔绝通气腔与等离子腔，

其中当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，该启动器可克服弹性偏压移动，以从该管嘴分离，并在该启动器与该管嘴之间建立引导弧，和

当该等离子弧吹管处于高频启动模式时，该高频启动夹头使该管嘴与该电极相间隔，使得在该电极与该管嘴之间建立引导弧。

38、一种改进为使用高频电源工作的接触启动吹管，包括：

吹管头；

和吹管头内的阴极电连接的电极；

和吹管头内的阳极电连接的管嘴；和

电介质支座，

其中该电介质支座的尺寸使该接触启动吹管可在高频下工作。

39、根据权利要求 38 所述的接触启动吹管，其中该电极可相对于该管嘴移动，以在该电极与该管嘴之间启动引导弧。

40、根据权利要求 38 所述的接触启动吹管，其中该管嘴可相对于该电极移动，以在该电极与该管嘴之间启动引导弧。

41、根据权利要求 38 所述的接触启动吹管，其中该电极及该管嘴可彼此相对移动，以在该电极与该管嘴之间启动引导弧。

42、一种改进为使用高频电源工作的接触启动吹管，包括：

吹管头；

和吹管头内的阴极电连接的电极；

和吹管头内的阳极电连接的管嘴；

配置在电极和管嘴之间的可移动元件，所述可移动元件可移动以在电极和管嘴之间产生引导弧；和

配置在阴极和阳极之间的电介质支座，

其中该电介质支座的尺寸使该接触启动吹管可在高频下工作。

43、一种改进为使用低压电源工作的高频等离子弧吹管，包括：

吹管头；

和吹管头内的阴极电连接的电极；和

和吹管头内的阳极电连接的管嘴，

其中该电极和该管嘴两者中的一个是可移动的，并且该等离子弧吹管在低电压下工作。

44、一种改进为使用低压电源工作的高频等离子弧吹管，包括：

吹管头；

和吹管头内的阴极电连接的电极；

配置在该电极和该管嘴之间的可移动第三元件；和

和吹管头内的阳极电连接的管嘴，

其中该可移动第三元件可在该电极与该管嘴之间移动以形成引导弧，并且该等离子弧吹管在低电压下工作。

45、一种在等离子弧吹管中启动引导弧的方法，包括如下步骤：

在电极与管嘴之间配置包括启动器的启动夹头；

偏压该启动器使启动器与该管嘴接触；

提供气体源及电源；和

引导至少一部分气体来克服该偏压，以使该启动器从该管嘴分离，

其中当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，随着克服偏压，在该启动器与该管嘴之间拉出引导弧，和

当该等离子弧吹管处于高频启动模式，随着该启动夹头使该电极与该管嘴间隔，在该电极与该管嘴之间拉出引导弧。

46、根据权利要求 45 所述的方法，进一步包括：当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，通过该启动夹头排出至少一部分用于克服偏压的气体。

47、根据权利要求 46 所述的方法，进一步包括：从该启动夹头通过吹管头中的头部通气孔排出气体。

48、一种以接触启动模式和高频启动模式中的一个模式操作等离子弧吹管的方法，包括如下步骤：

当等离子弧吹管处于接触启动模式时在电极与管嘴之间配置包括启动器的接触启动夹头；

偏压该启动器使启动器与该管嘴接触；

提供气体源及电源；和

引导至少一部分气体来克服该偏压，以使该启动器从该管嘴分离，

其中当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，随着克服偏压，在该启动器与该管嘴之间拉出引导弧，和

当该等离子弧吹管处于高频启动模式时在电极与管嘴之间配置高频启

动夹头，

其中当处于高频启动模式，随着该启动夹头使该电极与该管嘴间隔，在该电极与该管嘴之间拉出引导弧。

49、根据权利要求 48 所述的方法，进一步包括：当该等离子弧吹管处于接触启动模式时，通过该启动夹头排出至少一部分用于克服偏压的气体。

50、根据权利要求 49 所述的方法，进一步包括：从该启动夹头通过吹管头中的头部通气孔排出气体。

51、根据权利要求 48 所述的方法，进一步包括：在工作期间通过该启动夹头排出至少一部分气体，以冷却配置在该等离子弧吹管内的电极。

52、一种以高频模式操作等离子弧吹管的方法，包括如下步骤：

在电极与管嘴之间配置启动夹头；

提供气体源及电源；和

在工作期间通过该启动夹头排出至少一部分气体，以冷却配置在该等离子弧吹管内的电极；

其中在高频启动模式下，随着该启动夹头使该电极与该管嘴间隔，在该电极与该管嘴之间拉出引导弧。

53、一种操作改进成在高频下工作的接触启动等离子弧吹管的方法，包括如下步骤：

在适合于高频工作的等离子弧吹管内的阴极体与阳极体之间提供合适的电介质支座；和

在高频下提供气体源及电源，

其中接触启动等离子弧吹管在高频启动模式下使用该电介质支座工作。

54、一种操作改进成在低电压下工作的高频启动等离子弧吹管的方法，包括如下步骤：

为该高频启动等离子弧吹管提供可移动元件；

在低电压下提供气体源及电源；和

移动该可移动元件，使得产生引导弧，

其中该高频启动等离子弧吹管可在低电压下工作。

55、根据权利要求 54 所述的方法，其中该可移动元件是电极。

56、根据权利要求 54 所述的方法，其中该可移动元件是管嘴。

57、根据权利要求 54 所述的方法，其中该可移动元件是可移动第三元件。

用于高频电源和低压电源的等离子弧吹管、其使用的启动夹头、和操作该吹管的方法

技术领域

本发明总地来说涉及等离子弧吹管，具体涉及在等离子弧吹管中启动引导弧的设备及方法。

背景技术

等离子弧吹管也称为电弧吹管，它通常用于通过将含有电离气体颗粒的高能等离子流引导到工件来切割、标记、校准及焊接该金属工件。在典型的等离子弧吹管中，将要进行电离的气体提供到该吹管的末端，并在通过等离子弧吹管的管嘴或喷嘴中的小孔排出之前流过一个电极。该电极具有相对低的电位并用作阴极。相反地，该吹管管嘴具有相对高的电位并用作阳极。此外，电极与管嘴之间具有间隔，由此在吹管的末端处产生了一个间隙。工作中，在电极与管嘴之间的间隙中产生一个引导弧，该引导弧加热气体并接着使气体电离。然后将电离后的气体吹出吹管，形成远离管嘴延伸的等离子流。当吹管的末端移至靠近工件的位置，因为工件对地的阻抗低于吹管管嘴对地的阻抗，该弧从吹管管嘴跳至或转移至工件。因此，工件作为阳极，而等离子弧吹管在“转移弧”模式下工作。

典型地使用两种方法中的一种来启动电极与管嘴之间的引导弧。在通常称为“高频”或“高压”启动的第一种方法中，跨越电极及管嘴施加足以在电极与管嘴之间的间隙中产生弧的高电位。由于电极及管嘴不进行物理接触就可以产生引导弧，因此第一种方法也称为“非接触”启动。在通常称为“接触启动”的第二种方法中，电极及管嘴进行接触并逐渐分开，由此在电极与管嘴之间产生一个弧。由于电极与管嘴之间的距离小得多，因此接触启动方法允许在电位低得多的情况下启动弧。

含有例如电极、管嘴的消耗品部件的等离子弧吹管构造为可以用于接触启动或者高频启动的任意一种方式。因此，至少一个等离子弧吹管与一组专用消耗品是和高频电源一起使用的，而至少一个另外的等离子弧吹管与一组另外的消耗品是和低电压（接触启动）电源一起使用的。结果，对于既要使用高频电源又要使用低压电源的用户来说，必须购买多个等离子弧吹管及相应的消耗品，并为了连续工作而进行相应的储备。

因此，在本领域中需要减少和高频及低压电源一起使用所需的吹管、零件及消耗品的数量。并且还需要进一步提高在高频电源及低压电源下工作的效率。

发明内容

本发明提供了一种等离子弧吹管，它可以用高频电源或者低压电源工作，这样吹管能进行高频启动或接触启动，由此形成了一种双模式吹管。另外，提供了包括被改进为在高频电源下工作的传统接触启动吹管的另一种双模式吹管。还提供了包括被改进为在低压电源下工作的传统高频启动吹管的另一种双模式吹管。

在一种较佳形式中，本发明提供的双模式等离子弧吹管包括电极、管嘴和配置在电极与管嘴之间的启动夹头，其中启动夹头包括与电极电接触及与管嘴接触的启动器。因此，当等离子弧吹管处于接触启动模式时，启动器可移动以离开管嘴，并在启动器与管嘴之间建立引导弧，而当等离子弧吹管处于高频启动模式时，启动夹头使管嘴与电极间隔，使得在电极与管嘴之间建立引导弧。

在另一种形式中提供的等离子弧吹管包括电极、管嘴，以及用于接触启动模式的接触启动夹头和用于高频启动模式的高频启动夹头中的至少一个。当等离子弧吹管处于接触启动模式时，启动器可移动以离开管嘴，并在启动器与管嘴之间建立引导弧；而当等离子弧吹管处于高频启动模式时，高频启动夹头分隔管嘴与电极，使得在电极与管嘴之间建立引导弧。较佳地，高频

启动夹头包括提供用于冷却电极的气流的多个通气孔，多个通气孔对高频启动夹头的中心成偏置，以便提供旋转气流并进一步提高冷却能力。

在又一种形式中，传统的接触启动等离子弧吹管被改进成包含有附加的电介质支座，该电介质支座的尺寸使接触启动等离子弧吹管可在高频下工作。此外，传统的高频等离子弧吹管被改进为包含有可移动元件，例如电极、管嘴或第三元件，使得高频等离子弧吹管可在低电压下工作，由此产生双模式吹管，即能够在高频电源或者低压电源下工作的吹管。另外，根据本发明的教导提供了操作双模式等离子弧吹管的方法。

通过后文提供的详细说明，本发明的进一步应用领域将变得明显。应该理解，当描述本发明的优选实施例时，详细说明及特定示例仅仅用于展示的目的，而不用于限制本发明的范围。

附图说明

通过详细的说明及附图可以使本发明更容易理解，其中：

图 1 是根据本发明的原理的手工操作的等离子弧设备的立体视图；

图 2 是配置在等离子弧吹管中并根据本发明的原理构造的吹管头的侧视图；

图 3 是根据本发明的原理构造的吹管头的立体视图；

图 4 是根据本发明的原理构造的吹管头及消耗品部件的分解立体视图；

图 5 是根据本发明的原理构造的吹管头及消耗品部件的剖视图；

图 6 是根据本发明的原理构造的吹管头的末端的俯视图；

图 7A 是根据本发明的原理构造的吹管头处于空闲模式时的剖视图；

图 7B 是根据本发明的原理构造的吹管头处于引导模式时的剖视图；

图 8 是根据本发明的原理构造的包括用于高频启动模式的启动夹头的吹管头的剖视图；

图 9 是根据本发明的原理构造的高频启动夹头的上部立体视图；

图 10 是根据本发明的原理构造的高频启动夹头的下部立体视图；

图 11 是根据本发明的原理构造的高频启动夹头的俯视图；

图 12 是根据本发明的原理构造的该高频启动夹头沿图 11 的 A-A 线的剖视图；

图 13A 是根据本发明的原理构造的包括定义了轴向槽的电极和用于高频启动模式的第二实施例的启动夹头的吹管头的剖视图；

图 13B 是根据本发明的原理构造的包括定义了螺旋槽的电极和用于高频启动模式的第二实施例的启动夹头的吹管头的剖视图；

图 14 是现有技术的接触启动等离子弧吹管的剖视图；

图 15 是根据本发明的原理构造的修改为具有附加的电介质支座的接触启动等离子弧吹管的剖视图；

图 16 是现有技术的高频启动等离子弧吹管的剖视图；和

图 17 是根据本发明的原理构造的改进为具有第三元件的高频等离子弧吹管的剖视图。

具体实施方式

如下对于较佳实施例的说明仅仅用于展示目的，而不用于限制本发明及其应用或使用。

参考附图，根据本发明的双模式吹管通常和如图 1 中标号 10 所示的手工操作的等离子弧装置一起工作。通常，手工操作的等离子弧装置 10 包括通过吹管导管 16 连接到动力源 14 的等离子弧吹管 12，根据特定应用，导管 16 可以具有多种长度。另外，动力源 14 提供通过导管 16 流动用于等离子弧吹管 12 的工作的气体及电源。

如这里所使用的，对于本领域技术人员来说，无论是手工操作的还是自动的等离子弧装置都应该产生或使用等离子来进行切割、焊接、喷镀、校准、标记等操作。因此，这里提到的具体等离子弧切割吹管、等离子弧吹管或手工操作的等离子弧吹管不应该理解为限制了本发明的范围。另外，具体提到的给等离子弧吹管提供气体也不应该理解为限制了本发明的范围，根据本发

明的教导，例如液体的其它流体也可提供给等离子弧吹管。此外，术语“偏压的”或“偏压”不应当理解为经常用于电领域的电偏置或电压。

通常，根据本发明的教导公开了三种优选的双模式吹管构造，其中术语“双模式”指的是单个等离子弧吹管在高频启动模式和接触启动模式中都能工作的能力。第一优选的双模式吹管包括配置在电极与管嘴之间的启动夹头，其中为了使等离子弧吹管在高频启动模式和接触启动模式中任意一种模式下工作，可以互换一个或多个启动夹头。第二优选的双模式吹管通常是多个传统的接触启动吹管中的一个，并且在阳极体与阴极体之间具有附加的电压绝缘或电介质支座。如下面所更详细描述的，第三优选的双模式吹管通常是多个高频启动吹管中的一个，并且具有移动电极、管嘴和/或第三元件。

带有启动夹头的双模式吹管

现在参考图 2，在图 2 中用参考标记 20 示出了本发明的接触启动等离子弧吹管 12 中的吹管头。如图所示，吹管头 20 具有一个近端 22 和一个远端 26，近端 22 配置在等离子弧吹管 12 的手柄 24（为显示结构的细节，在图中省去了手柄 24 的一半）内，远端 26 如下面更详细描述的那样固定了多个消耗品部件。近端 22 适于连接到供应接触启动等离子弧吹管 12 工作所用的气体及电源的吹管导管 28。对吹管导管 28 的连接可包括快速拆卸，诸如 2002 年 2 月 26 日提出的、题为“组合式等离子弧吹管”的共同未决申请中所公开并和本申请共同受让的快速拆卸，以上申请的内容被包含在本文中作参考。另外，如本文所描述的，近侧的方向或邻近是指朝向近端 22 的方向，而远侧方向或远离是指朝向远端 26 的方向。

参考图 3 至图 5，吹管头 20 还包括外壳 28，在外壳 28 内配置有吹管头 20 的固定部件。更具体地说，这些固定部件包括具有相对负电位的阴极 32（图 5）、具有相对正电位的阳极 34 和使阴极 32 与阳极 34 绝缘的绝缘体 36。消耗品部件通常固定于吹管头 20 的远端 26，并且包括电极 38、管嘴 40、用于如下所述拉出引导弧的启动夹头 42 以及屏蔽罩 44，屏蔽罩 44 把

各消耗品部件固定于吹管头 20 的远端 26，并进一步使各消耗品在吹管工作时与周围区域绝缘。当屏蔽罩完全与吹管头 20 结合时，屏蔽罩 44 还使诸如启动夹头 42 及管嘴 40 的消耗品部件相互定位及定向，以便吹管正确地工作。

如进一步显示的，也称为接触启动夹头 42 的启动夹头 42 包括启动器 50、容纳在夹头体 54 中的螺旋弹簧 52 以及管嘴座 56。因此，启动夹头 42 最好是单个的可更换消耗部件。此外，所示的启动夹头 42 最好与接触启动等离子弧吹管一起使用，然而，启动夹头 42 也可以与高频启动等离子弧吹管一起使用，这样单个的启动夹头可以用于高频启动及接触启动两种工作模式。但是，下面将更详细地描述专门用于高频启动等离子弧吹管的启动夹头 42 的附加构造。

夹头体 54 与管嘴座 56 一起称为夹头组件 55。在一种形式的夹头组件 55 中，夹头体 54 是导电的，而管嘴座 56 是绝缘的。在另一种形式的夹头组件 55 中，夹头体 54 是绝缘的，而管嘴座 56 是绝缘的，该夹头组件还包括配置在夹头体 54 的近端的导电件 53，如图所示导电件 53 可以是一个垫圈。下面将更详细地描述启动夹头 42 的功能及工作、它的各部件和吹管头 20 的固定的及其它的消耗品部件。

如图 5 所示，图示的吹管头 20 具有固定在外壳 28 内的阴极 32 和电连接到阴极 32 的电极 38。普通圆柱形绝缘体 36 围绕阴极，并使阴极 32 与阳极 34 绝缘。如进一步显示的，阴极 32 邻接销配件 64 并在电路上与它连接，销配件 64 适于与吹管导管 28（未示出）相连接。因此，阴极 32 电路上与动力源 14（未示出）的负边连接，而阳极 34 电路上与动力源的正边连接。另外，销配件 64 构造有内孔 66，阴极 32 构造有中心孔 70，内孔 66 及中心孔 70 是连通的，以从动力源 14 向吹管头 20 供应工作气体。虽然图示中阴极 32 与销配件 64 彼此定向成一角度，阴极 32 与销配件 64（或连接于阴极 32 的另一个相邻部件）可以或者共线，或者通常在本领域中使用的彼此定向为 180°。

电极 38 构造有用于将电极 38 与阴极 32 的连接端 74 连接在一起的上连接端 72。电极 38 与阴极 32 的连接端 72、74 被构造为彼此共轴套入连接，如共有的美国专利 6,163,008 中所显示和描述的那样，该专利被包含入本文作参考。为建立阴极 32 与电极 38 之间的连接，阴极连接端 74 与电极连接端 72 被制成分别标注为 76 和 78 的相对锁键。当电极 38 的连接端 74 连接到阴极 32 时，锁键 76 及 78 彼此互相啮合，以阻止电极 38 移离阴极 32 的轴向运动。然而，可以理解电极 38 可以通过诸如螺纹连接的其他传统方式连接到阴极 32，而不超出本发明的范围。

此外，绝缘体 80 配置在阴极 32 的近端，而绝缘帽 82 安装在阴极 32 的远端，这样导致了阴极中心孔 70 中暴露在外以接触电极 38 的面积相对较小。绝缘体 80 与绝缘帽 82 被构造及定位成用来阻止不是电极 38 的物体与阴极 32 之间的电接触，以减少因为该物体插入阴极中心孔 70 之内而导致吹管功能失效的风险。

电极 38 构造有中心孔 84，中心孔 84 远离连接端 72 延伸，并与阴极 32 的中心孔 70 连接，这样向下引导阴极中心孔 70 中的工作气体使其通过电极 38 的中心孔 84。电极 38 的中心孔 84 远离连接端 72 延伸而与气体分配孔 86 对准，气体分配孔 86 从中心孔 84 径向向外延伸，以从电极 38 排出工作气体。电极 38 还包括一环形圈 88，如图所示环形圈 88 径向朝外延伸并构成在气体分配孔 86 下方的近侧台肩 90。近侧台肩 90 邻接套筒 92，套筒 92 座落于制成在绝缘体 36 中的环形槽 94 内。套筒 92 是耐用材料，最好是诸如 Vespel®的聚酰亚胺，使得吹管头 20 能经受住电极 38 的重复安装而不会损害更贵并且难于更换的绝缘体 36。另外，电极 38 的末端部分 96 为普通细长的圆柱形部分，它具有由纵向延伸的脊 98 形成的带槽的表面。所示实施例的电极 38 由铜或铜合金构成，最好包括固定在电极 38 末端处的凹槽 102 内的发射插入件 100。

也称为喷嘴的普通中空管嘴 40 安装在电极 38 的末端部分 96 的上方。

管嘴 40 与电极 38 成径向及纵向间隔关系，以构成也称为弧腔或等离子腔的主要气体通路 104。管嘴 40 的中心排出小孔 106 与主要气体通路 104 连通，以从管嘴 40 排出成等离子流形式的已电离气体并引导该等离子流向下对着工件。管嘴 40 还包括中空的、普通圆柱形的远端部分 108 及近端部分 112 处的环形法兰 110。环形法兰 110 构造有一个普通平的近侧端面 114 和一个远侧端面 116，近侧端面 114 面朝启动夹头 42 的管嘴座 56 安装并由管嘴座密封，远侧端面 116 适于安装在配置在屏蔽罩 44 内的导电插入件 118 内并与之形成电接触。导电插入件 118 还适于与阳极 34 连接，最好使用螺纹连接 119，使得动力源的正边之间保持连续通电。因此，管嘴 40 通过导电插入件 118 而与该动力源的正或阳极边处于电接触。

管嘴 40 还构造有多个旋流孔 120（进一步如图 4 所示），这些旋流孔 120 对管嘴 40 的中心形成偏置，并布置成围绕及穿过环形法兰 110。此外，管嘴 40 最好构造有多个第二气孔 122（也显示于图 4 中），气孔 122 径向地延伸穿过环形法兰 110，并进入在远侧端面 116 上的环形凹槽 124 中。因此，管嘴 40 调节等离子气体以形成除辅助气体之外的等离子流以稳定等离子流，这被显示及描述于 2002 年 2 月 26 日提出的题为“管嘴气体分配器”的并与本发明共同受让的共同未决申请中，该申请的内容被包含于本文作参考。另外，管嘴 40 最好由铜或铜合金材料制成。

在工作中以及当动力源 14（未示出）向吹管头 20 供电时，除了使围绕吹管头 20 的区域与可导电元件绝缘之外，屏蔽罩 44 围绕着吹管头 20 的远端 26 并且通常固定及定位其中的消耗品部件。当通过螺纹连接 119 固定到吹管头 20 时，在屏蔽罩 44 的导电插入件 118 与绝缘体 36、启动夹头 42 与管嘴 40 之间形成了主要气体腔 126，如下面所详细描述的那样，在吹管工作时主要的工作气体流过该气体腔 126。此外，屏蔽罩 44 最好由非导电的、热绝缘的材料制成，诸如酚醛或陶瓷材料。

绝缘体 36 还构造有多个径向气体分配孔 128，径向气体分配孔 128 与

电极气体分配孔 86 以及主要气体腔 126 在流体上连通。还参考图 6，绝缘体 36 还构造有延伸穿过远侧端面 132 的多个轴向通气孔 130，孔 130 与构造在绝缘体 36 的近侧部分 136 中的一组径向通气孔 134 在流体上连通。径向通气孔 134 还与构造在阳极件 34 的远侧部分 140 中的一组径向通气孔 138 在流体上连通，径向通气孔 138 与开口 142 在流体上连通，如图所示，该开口 142 靠近屏蔽罩 44 的近端，构成于屏蔽罩 44 与吹管头外壳 28 之间，并暴露于大气中。因此，在吹管工作期间气体通过在绝缘体 36、阳极 34 及屏蔽罩 44 中的一系列通气孔而排出，下面将对此进行更详细的描述。此外，绝缘体 36 最好由诸如酚醛或陶瓷的非导电的热绝缘材料制成，而阳极件 34 由诸如铜或铜合金的导电材料制成。

参考图 7A 及图 7B，根据本发明原理的启动夹头 42 可在吹管的空闲模式（图 7A）与引导模式（图 7B）之间工作。在空闲模式中，启动器 50 与电极 38 成电接触，并被弹性偏压成与管嘴 40 相接触。启动器 50 最好构造有弯曲的末端接触表面 152，末端接触表面 152 与管嘴 40 的锥形内表面 154 接触。另外，应用任何合适的偏压件或装置，诸如弹簧或弹性件或弹性测量件，使启动器 50 被弹性地偏压为与管嘴 40 接触。在所示的该优选实施例中，偏压件是螺旋弹簧 52，它具有足够的刚性，使来自气体源的气体压力克服弹簧力以使启动器 50 从管嘴 40 上分离。此外，启动器 50 及螺旋弹簧 52 与夹头体 54 及管嘴座 56 一起最好是可更换的启动夹头 42 的一部分。因此，管嘴座 56 构造有与夹头体 54 的环形法兰 59 结合的环形台肩 57，其中在环形台肩 57 与环形法兰 59 之间的连接可以是压配合或粘结连接的，也可以包括本领域其它公知方法。

如进一步显示的，夹头体 54 包括邻接电极 38 的末端台肩 156 的凹入的端壁 155，以及普通圆柱形侧壁 158。当已完全装配好时，腔 160 构成于启动夹头 42 内，在腔 160 中放置了螺旋弹簧 52 及启动器 50 的一部分。夹头体 54 还构造有轴向通气孔 162，轴向通气孔孔 162 延伸通过凹入的端壁 155，

并如前所述与腔 160 及与绝缘体 36 的末端端面 132 中的轴向通气孔 130 在流体上连通。另外，一系列径向气孔 164 围绕侧壁 158 配置，径向气孔 164 引导一部分工作气体进入启动夹头 42，以克服螺旋弹簧 52 的偏压来使启动器 50 移离管嘴 40，并如下面更详细描述的对抗螺旋弹簧 52 的偏压。

启动器 50 构造有普通的圆柱形部分 166、环形法兰 168 和筒形部分 170，筒形部分 170 构造有弯曲的接触表面 152。如图所示，筒形部分 170 的近侧部份与电极 38 电接触，而筒形部分 170 的远侧部分远离地伸出通过管嘴座 56 上的中心小孔 172。此外，螺旋弹簧 52 配置在圆柱部分 166 内，其位置对着该启动器的近侧端面 174。近侧端面 174 还构造有轴向通气孔 175，轴向通孔 175 与腔 60 以及夹头体轴向通气孔 162 在流体上流通，使得如下面进一步描述的那样，该腔中的气体从吹管头 20 排出。较佳地，启动器 50 由诸如铜或铜合金的导电材料制成，螺旋弹簧 52 由钢材料制成，夹头体 54 是由诸如铜的导电材料制成，而管嘴座 56 由诸如聚酰亚胺的非导电材料制成。或者，如前所述，夹头体 54 可以是绝缘的或非导电的，同时管嘴座 56 是绝缘的。

根据本发明的启动器 50 对于电极 38 及阴极 32（即该阴极边）和阳极 34、导电插入件 118 及管嘴 40（即阳极边）不是固定连接。这里使用的术语“不是固定连接”的意思是：在启动器 50 与阴极边及阳极边之间至少在一个方向上可有例如轴向和/或径向的相对运动。例如，在图示实施例中，启动器 50 可沿吹管头 20 的中心纵轴线 X 在启动夹头 42 的腔 160 内自由移动。更准确地说，启动器 50 可相对于电极 38 及管嘴 40 在对应于吹管的空闲模式的第一远侧位置（图 7A）与对应于吹管的引导模式的第二近侧位置之间轴向移动。但是可以理解，启动器 50 可自由地相对于阴极边及阳极边径向移动。还可以理解，启动器 50 可以在该吹管内静止不动，而是阴极边、阳极边或者是两者可自由轴向和/或径向相对于启动器移动。

如进一步所示出的那样，多个 O 形圈及相关的 O 形圈槽配置在吹管头

20 内，以在该吹管工作期间密封气体流。更具体地说，O 形圈 180 配置在绝缘体 36 与绝缘体 36 的末端 150 处的启动夹头 42 之间。此外，O 形圈 182 配置在阳极 34 与靠近阳极 34 的末端部分 140 处的屏蔽罩 44 的导电插入件 118 之间。因此，在工作期间，O 形圈 180 及 182 在吹管头 20 内密封气体流。

下面将参考分别对应于吹管的空闲模式及引导模式的图 7A 及图 7B，更详细地显示及描述根据本发明的方法启动夹头 42，更准确地说是启动器 50，启动引导弧及操纵吹管的操作。如图所示，吹管头 20 连接于气体源及电源，最好是如前所述通过销配件 64。电源的应用导致电流从电极 38 通过启动器 50 流至管嘴 40，它们全部是直接的电连接。当气体源被启动时，工作气体流过销配件 64 的内孔 66，并分别通过阴极 32 及电极 38 的中心孔 70 及 84。然后气体流过电极 38 的气体分配孔 86 及通过绝缘体 36 的气体分配孔 128，这样气体流向远端进入主要气体腔 126 中。然后该气体部分地流过启动夹头 42 的径向气体孔 164，这导致启动器 50 不远地移离管嘴 40，如图 7B 中所示处于吹管的引导模式。因此，对于克服螺旋弹簧 52 的偏压，该气体压力足够高。由于启动器 50 不远地移离管嘴 40，在启动器 50 与管嘴 40 之间拉出一个引导弧，而更准确地说是在锥形内表面 154 与弯曲的末端接触表面 152 之间拉出一引导弧，如图所示表面 154 与表面 152 被构造成彼此相对平行。

除了气体部分地流过径向气体孔 164 以移动启动器 50，气体继续向远处流动并进入旋流孔 120 成为等离子气体，并且也进入辅助气体孔 122 成为辅助气体。因此，该等离子气体在启动器 50 与管嘴 40 之间的间隙中旋流，并被启动器 50 与管嘴 40 之间形成的引导弧所电离。如图所示，旋流孔 120 最好布置成离启动器 50 的锥形内表面 154 与管嘴 40 的弯曲末端接触表面 152 相接触的区域不太远，以便提供更稳定的等离子流。然而，旋流孔 120 可布置得离启动器 50 接触管嘴 40 的区域较远而仍保持在本发明范围内。作

为气体旋流及产生引导弧的结果，已电离的气体以等离子流的形式被吹出管嘴 40 的中心排出小孔 106。此外，流过辅助气体孔 122 的气体流入环行凹槽 124，而后沿着管嘴 40 的普通圆柱末端部分 108 远离而去。结果，辅助气体形成圆柱形气体包围层，以稳定从中心排出小孔 106 吹来的等离子流。2002 年 2 月 26 日提出的题为“管嘴气体分配器”的共同未决的并与本发明共同受让的申请中进一步描述了具有旋流孔 120 及辅助气体孔 122 的管嘴 40，该申请的内容被包含入本文作参考。

如进一步所示，流入启动夹头 42 以移动启动器 50 不远地离开管嘴 40 的气体经过启动器的轴向通气孔 175，经过夹头体 54 的环形端壁 155 中的轴向通气孔 162，并通过绝缘体 36 中的轴向通气孔 130（虚线显示）附近。然后该气体流过绝缘体 36 中的径向通气孔 134，经过阳极 34 中的径向通气孔 138，并在屏蔽罩 44 的近端处流出开口 142。因此，根据本发明的吹管头 20 含有头部通气孔（即径向通气孔 134、138）以从吹管头 20 排出气体，这使得在该气体源及电源被关断后该吹管容易更快速地重新启动。当该气体源及电源被关断及该气体如前描述那样被排出时，螺旋弹簧 52 的力使启动器 50 向管嘴 40 移动，使得锥形内表面 154 与弯曲的末端接触表面 152 接触，其中该等离子弧吹管处于空闲模式。

根据 2002 年 2 月 26 日提出的题为“接触启动等离子弧吹管和引导弧的启动方法”的未决申请的教导，也可以使用具有移动的启动器 50 的启动夹头 42 的附加构造，该未决申请与本发明共同受让而其内容被包含在本文中作参考。

现在参考图 8 至图 12，示出了用于高频启动吹管的启动夹头 200，它也称为高频启动夹头 200，配置在吹管头 20 内电极 38 与管嘴 40 之间。启动夹头 200 构造有普通圆柱形外壁 202，圆柱形外壁 202 具有内凹的近侧端面 204 及内凹的远侧端面 206。另外，启动夹头 200 包括内环 208，其中如图所示在内环 208 与近侧端面 204 之间形成有通气腔 210。此外，在该等离子

弧吹管工作期间，内环 208 使通气腔 210 与等离子腔 104 隔绝。

启动夹头 200 还包括形成在近侧端面 204 中的多个排气通路 212，这些通路 212 与通气腔 210 及如先前所述形成在绝缘体 36 中的轴向通气孔 130（虚线表示）相连通。如进一步所示出的那样，电极 38 的末端台肩 156 邻接启动夹头 200 的近侧端面 204，同时电极 38 的末端轴 214 在内环 208 内可滑动地结合。另外，如图所示，当吹管头 20 的部件通过屏蔽罩 44 固定到吹管头 20 时，管嘴 40 邻接内凹的末端端面 206。

启动夹头 200 还包括多个通气孔 216，如图 11 所最佳展示的那样，这些通气孔 216 最好对启动夹头 200 的中心形成偏置。如图所示，构造了总数为 6 个的通气孔 216，然而，根据特定需求可以构造一个或更多的通气孔 216。各通气孔 216 还构造有外通气孔 216a 及内通气孔 216b，其中内通气孔 216 b 的直径通常小于外通气孔 216a 的直径，这样通过通气孔 216 产生压力降，并且出于如下所述的目的而由此增大了气体的速度。另外，通气通路 212 最好构造有部分圆柱形的构造，这些圆柱形部分与通过启动夹头 200 延伸的通气腔 210 在流体上连通。此外，在本发明的一个形式中使用了总数为 3 个的通气通路 212，然而，根据特定的需求可以应用一个或更多的通气通路 212。

在工作中，向远端流过主要气体腔 126 的一部分工作气体流入通气孔 216，以在通气腔 210 内产生旋流气体。然后气体从通气腔 210 流过通气通路 212，并如前所述经过轴向通气孔 130 而通过吹管头排出。因此，通气孔 216 为气体提供了通路，以在等离子弧吹管工作期间冷却电极 38。此外，由于气体从外通气孔 216a 流至内通气孔 216b 时速度增大，因此为电极 38 提供了附加的冷却。

较佳地，启动夹头 200 是模制的单件式部件，并且是非导电的或绝缘的。因此，该启动夹头 200 的优选材料是 Delrin®或是本领域公知的诸如尼龙或 Vespel®的其它类似的非导电材料。此外，使用本领域公知的诸如高精度加工的方法，可以通过启动夹头 200 辅助形成通气孔 216a 及 216b。

现在参考图 13A 及图 13B，电极 38 的中心部分 206 可被构造成用来提供附加的冷却，如通过电极 38’（图 13A）及 38”（图 13B）所显示的，其中如图所示，中心部分 206 可构造轴向槽 220（图 13A）或螺旋槽 222（图 13B）。因此，槽 220 及 222 引导及控制气体沿电极 38 的中心部分 206 通过启动夹头 200 排放，提供所需的附加冷却。此外，如图所示，内环 208 在启动夹头 200 内可被布置得更远，以减少旋流进入管嘴 40 旁的等离子腔 104 的等离子气体的任何向上流动。

可在高频下工作的接触启动吹管

通过先前描述的具有启动器的启动夹头可在低电压和高频两种条件下工作的各实施例，本发明人进一步发展了其中现有的接触启动吹管可在高频下工作的吹管实施例。通常，在该吹管头内的阴极体与阳极体之间提供有附加数量的电介质支座，使得高频或高电压不会透过或弧穿该绝缘体并导致该吹管失效。此外，如下面更详细描述的，任何移动元件，例如电极、管嘴和/或移动的第三元件，在低电压下基本相同地工作。

参考图 14，示出了传统的接触启动吹管 230，其中电极 232 可朝弹簧件 234 移动，以在电极 232 与管嘴 236 之间启动引导弧。如图所示，接触启动吹管 230 包括阴极体 238、阳极体 240 以及配置在阴极体 238 与阳极体 240 之间的绝缘体 242 及 244；其中阴极体 238 还包含作为动力源的负边的电极 232，而阳极体 240 还包含作为动力源的正边的管嘴 236 及帽 246。然而，如果高频被施加于接触启动吹管 230，高压将可能弧穿阴极体 238 及阳极体 240，多半是在用“A”标注的区域，这将可能导致接触启动吹管 230 失效。

现在参考图 15，在传统的接触启动吹管 230 内构造了附加的电介质支座，其中绝缘体 242 及 244 在截面上厚得多，以便防止这种起弧及可能的吹管失效。因此，管嘴 236 及帽 246 的尺寸也增大了，以容纳如图所示为较厚的绝缘体 242 及 244 的附加电介质支座。

可在低电压下工作的高频吹管

通过先前描述的具有启动器的启动夹头可在低电压和高频两种条件下工作的各实施例，本发明人进一步发展了其中现有的高频启动吹管可在低电压下工作的吹管实施例。通常，该高频启动吹管被改进成具有一个移动元件，诸如移动的电极、移动的管嘴和/或如下面更详细描述的移动的第三元件。因此，该高频等离子弧吹管保持了高度电介质支座的构造，而该移动元件用来在低电压下拉出启动该高频等离子弧吹管的引导弧。

参考图 16，示出了传统的高频启动吹管 260，在共同拥有的美国专利 6,163,008 中显示和描述了这种吹管，其内容被包含在本文中作参考。如图所示，高频吹管 260 包括电介质支座，即绝缘体 262，它足以经受住高频启动，然而，没有任何部件是可移动的，因此如图所示该吹管不能在低电压下工作。

现在参考图 17，图示的高频吹管 260 具有可移动元件 264，它被显示成被偏压而与电极 266 接触，并可逆着该偏压朝管嘴 268 移动，使得在电极 266 与管嘴 268 之间拉出引导弧。本领域技术人员可以理解，可移动元件 264 可包括可移动电极、可移动管嘴和/或可移动第三元件，例如本领域公知的在美国专利 5,994,633（可移动第三元件）、4,902,871（可移动电极）及 5,897,795（可移动管嘴）中所描述的可移动元件。因此，高频吹管 260 被改进成具有可移动元件 264，使得高频吹管 260 可在低电压下工作。

本发明的说明仅仅用于展示，因此可以认为不背离本发明实质的变化包含在本发明的范围内。这些变化不会被认为背离了本发明的精神和范围。

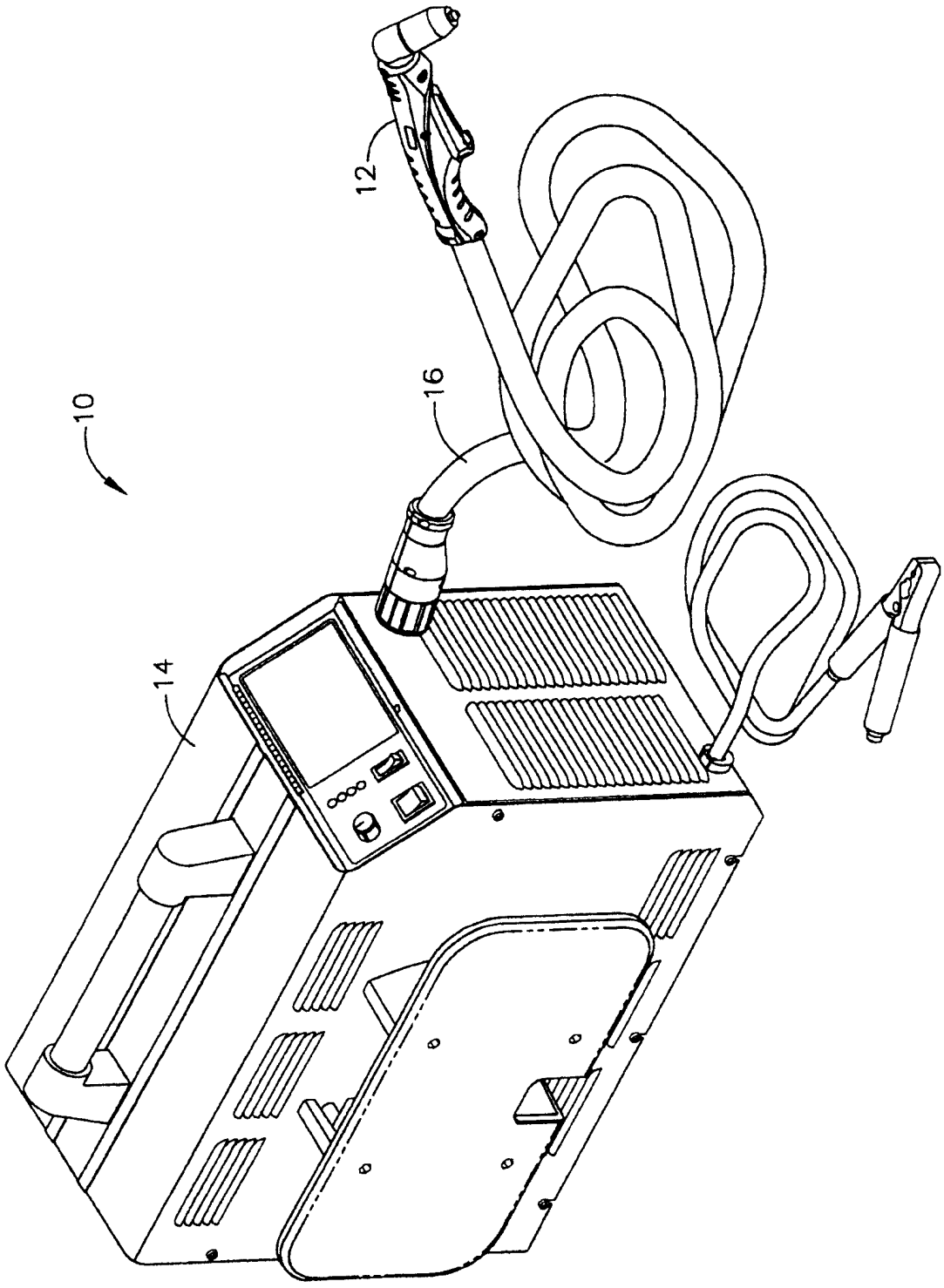


图 1

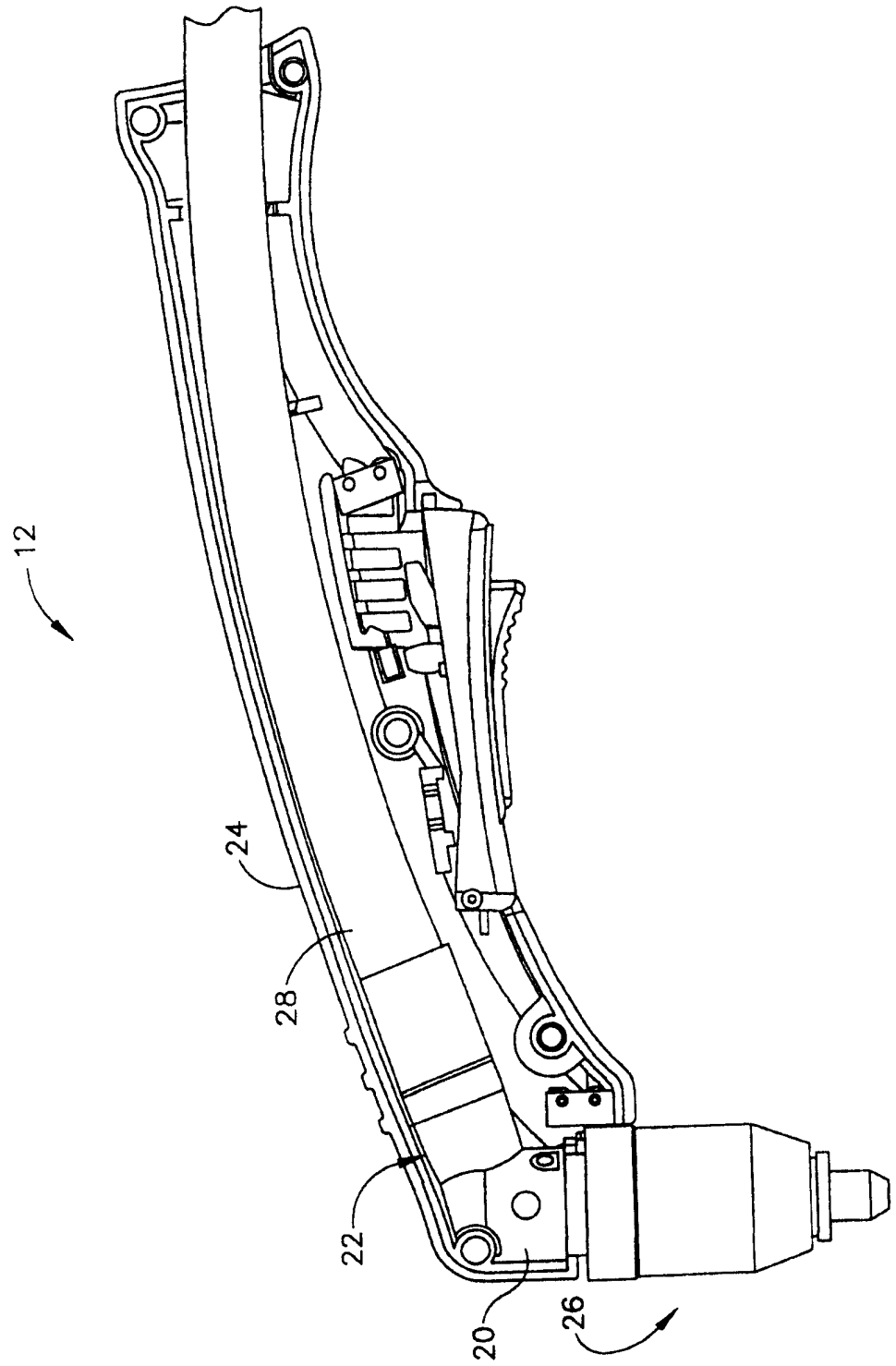


图 2

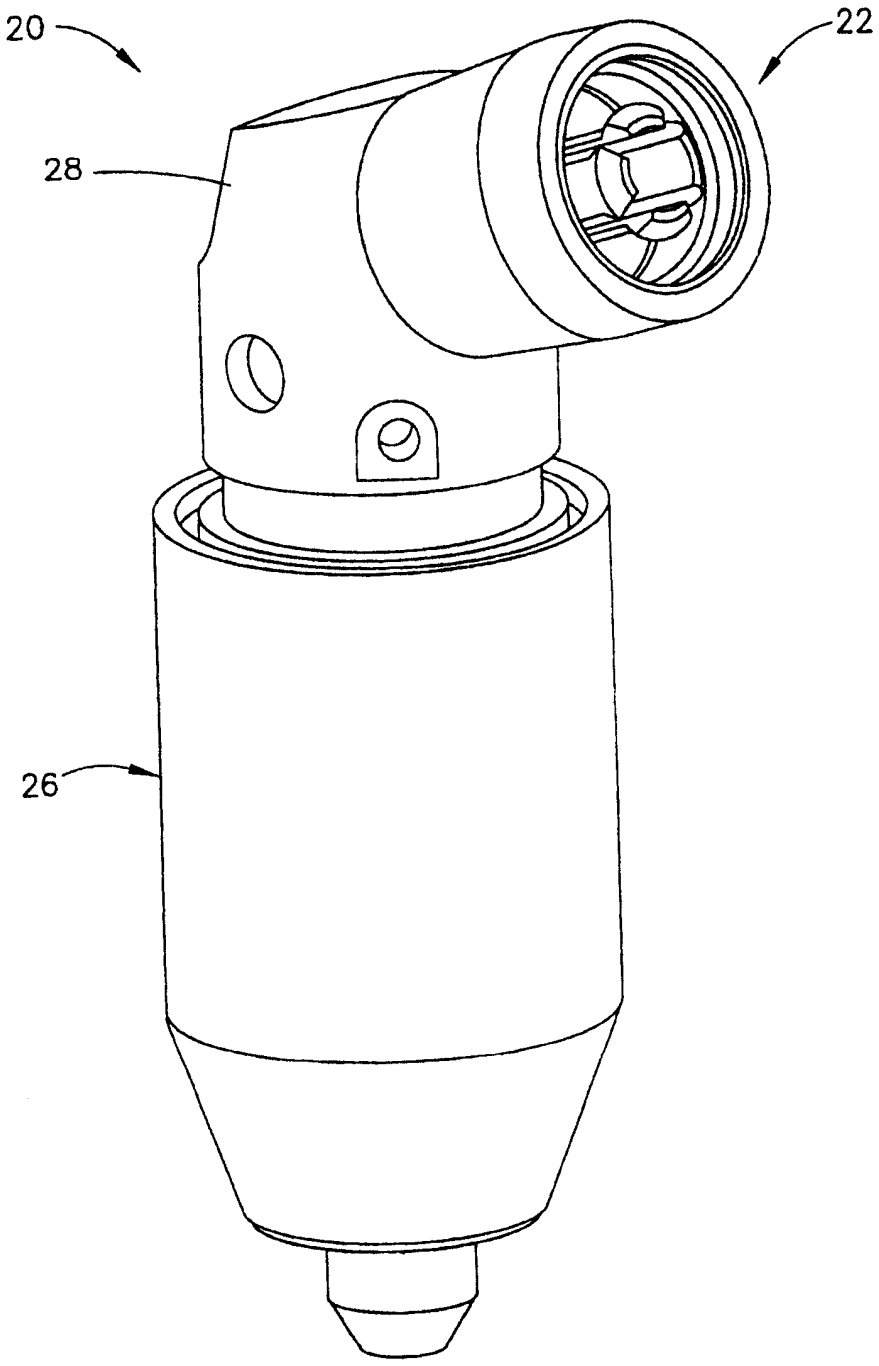


图 3

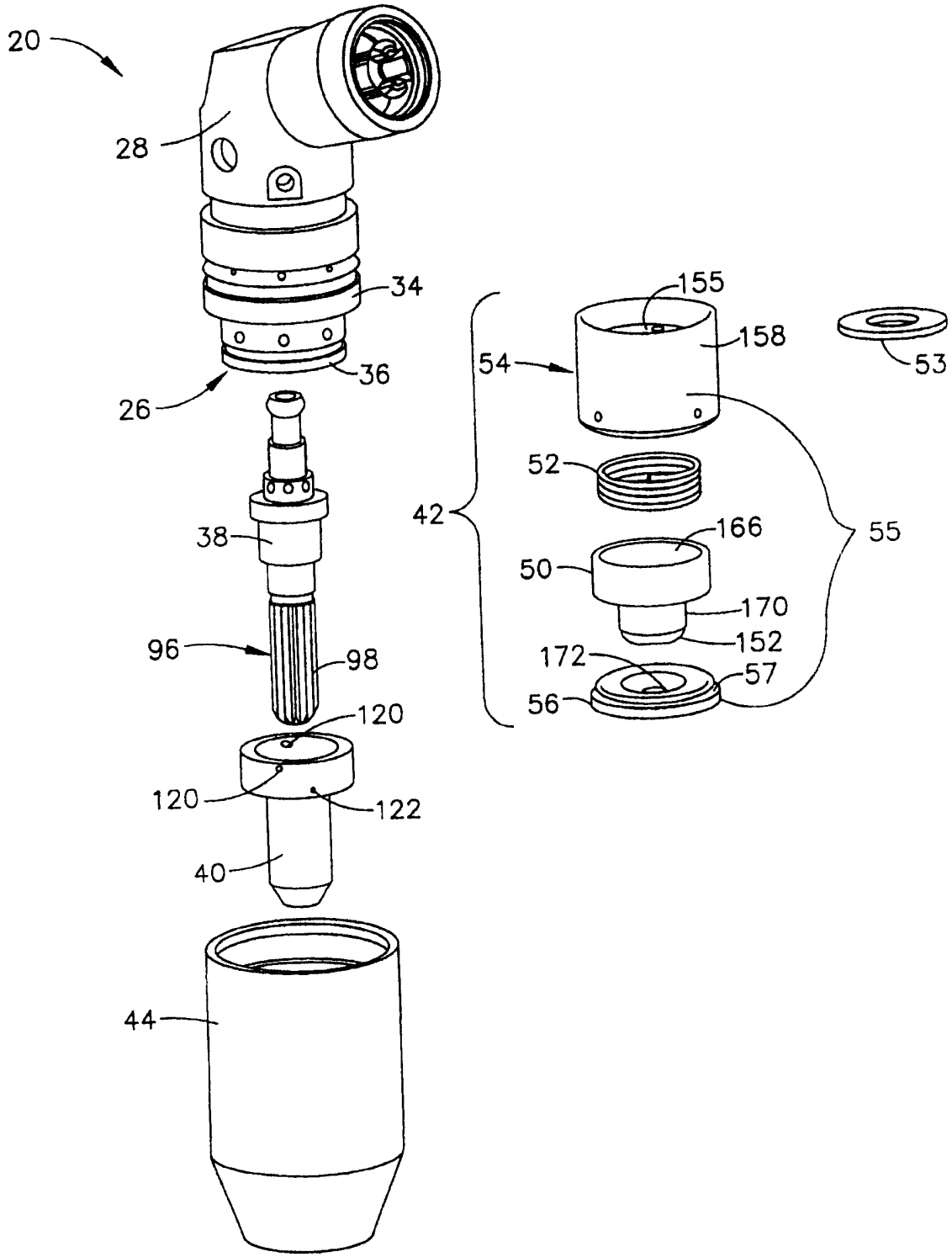

20
28
34
36
26
38
96
98
120
120
122
40
44
155
158
53
54
52
42
55
166
50
170
152
172
57
56

图 4

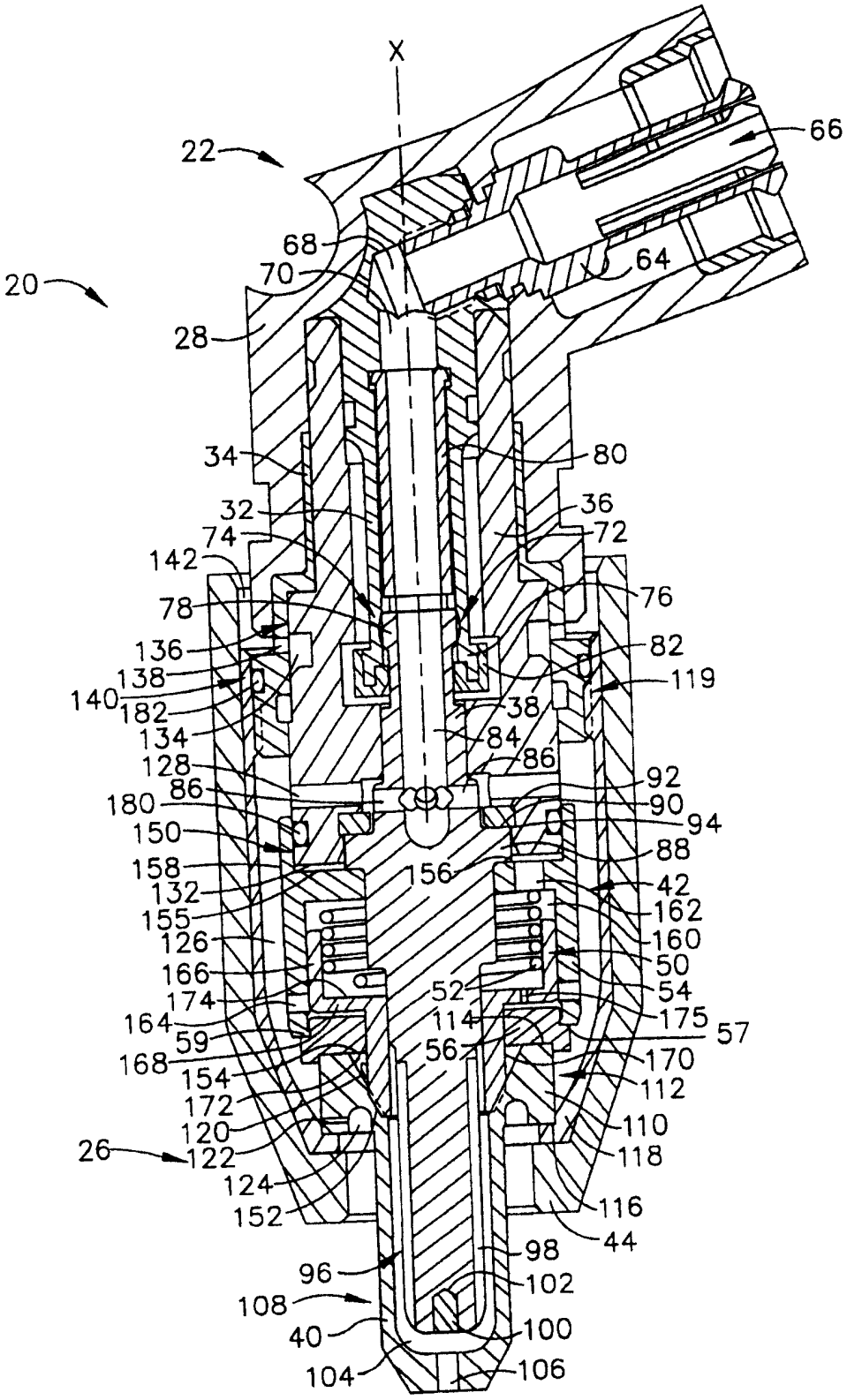

X
22
66
68
64
70
20
28
34
80
32
36
74
72
142
76
78
82
136
119
138
140
182
38
134
84
128
86
86
92
180
90
150
94
158
88
156
132
42
155
162
126
160
166
50
52
54
174
114
175
164
57
59
56
168
170
154
112
172
110
120
118
26
122
124
116
152
44
98
96
102
108
40
100
104
106

图 5

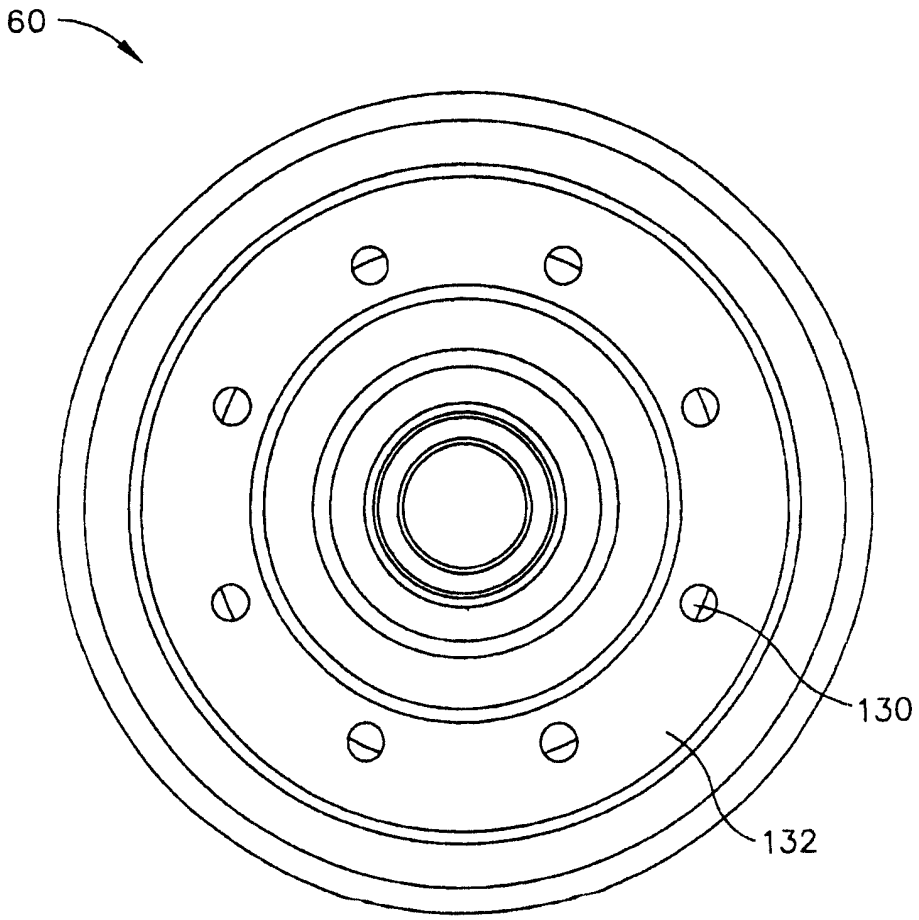


图 6

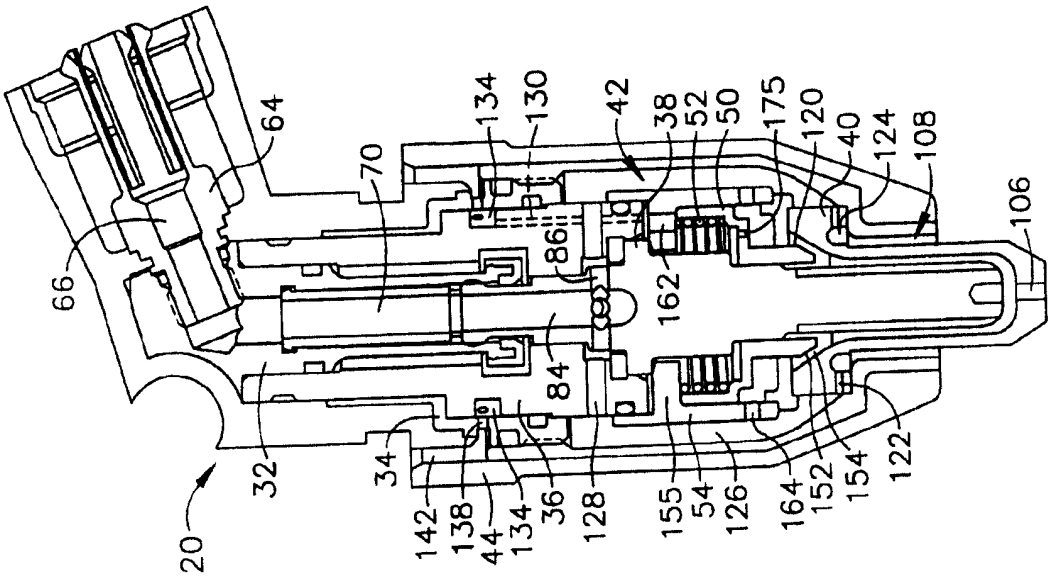

64
66
70
134
130
42
38
52
50
175
120
40
124
108
106
86
162
84
32
34
20
142
138
44
134
36
128
155
54
126
164
152
154
122

图 7B

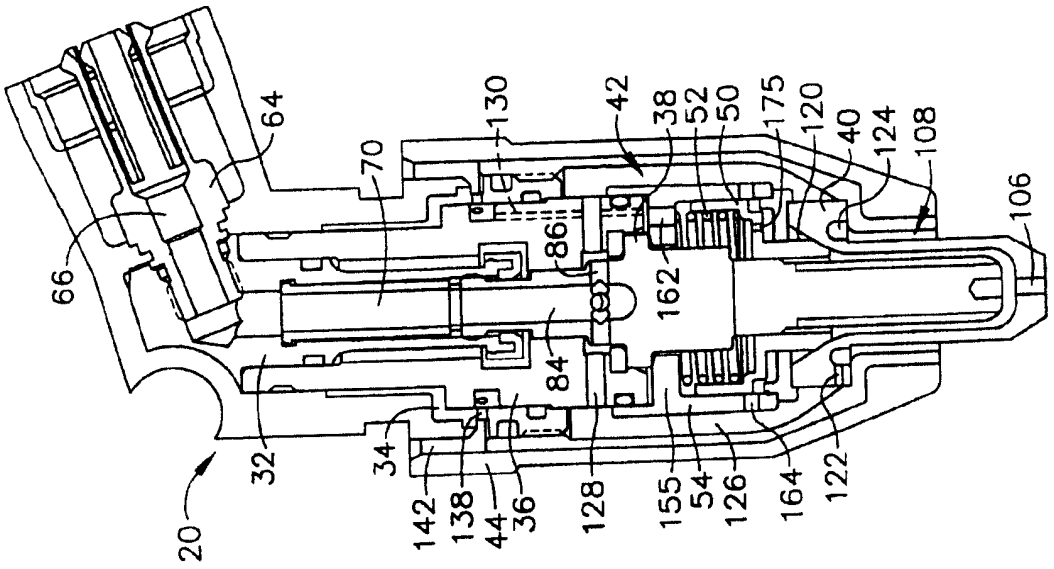

64
66
70
130
42
38
52
50
175
120
40
124
108
106
86
162
84
32
34
20
142
138
44
36
128
155
54
126
164
122

图 7A

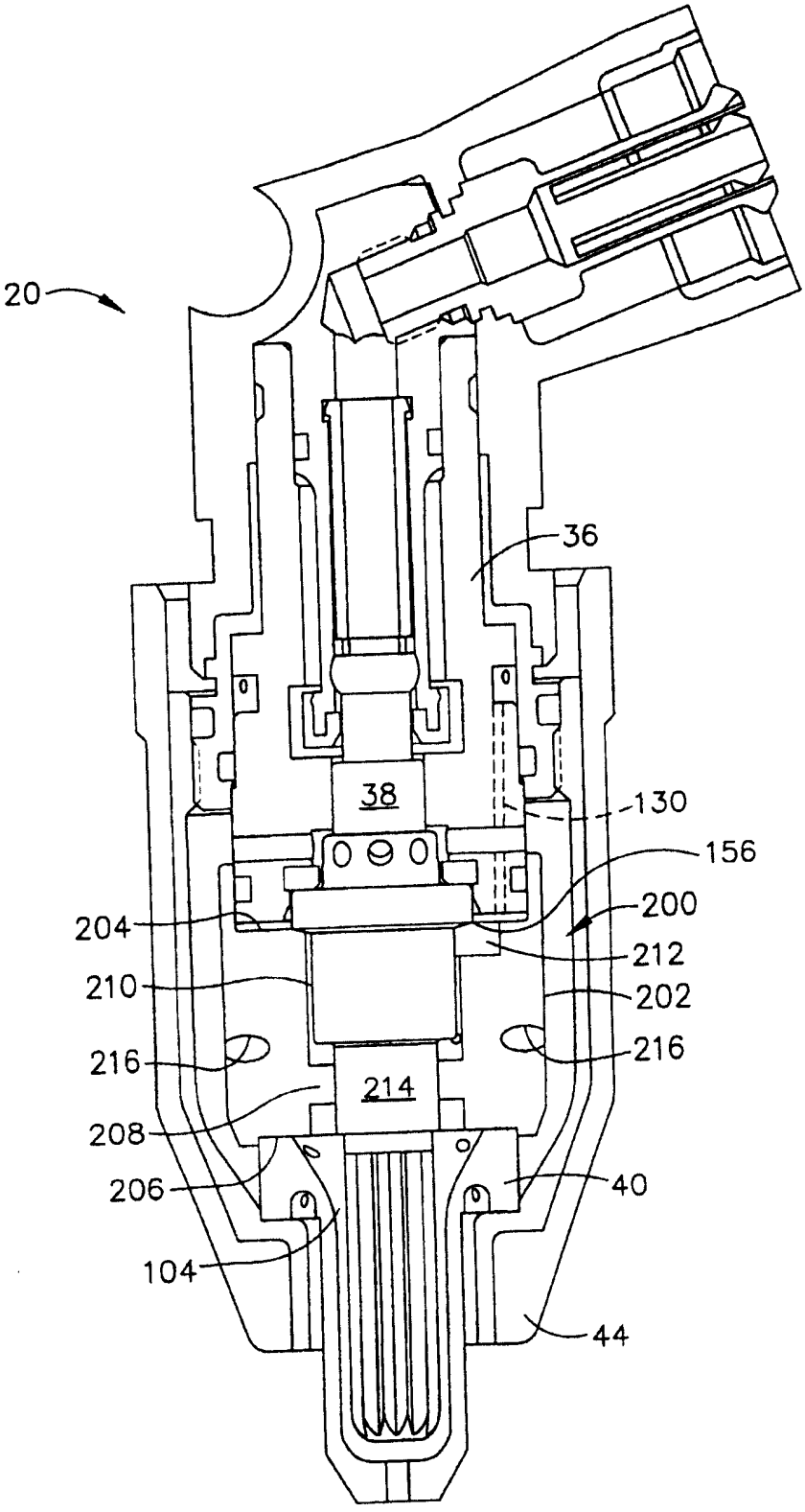


图 8

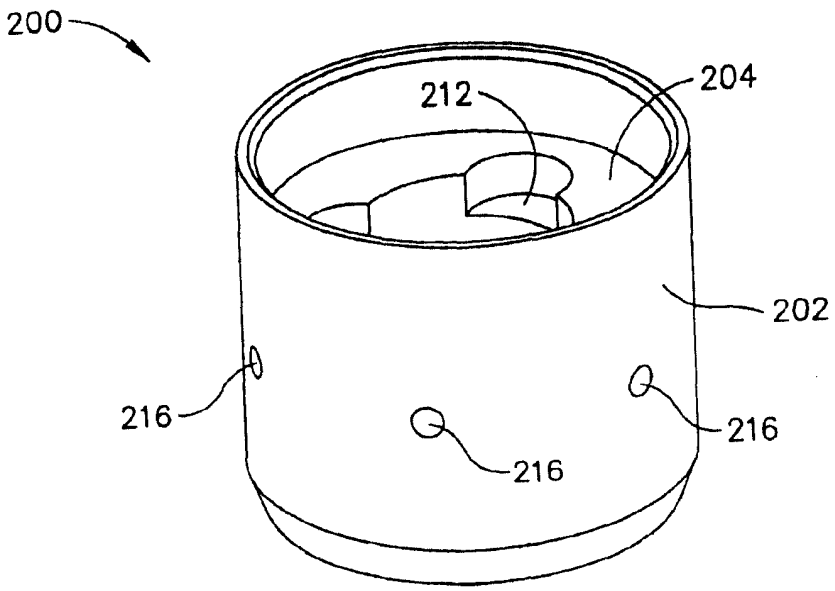


图 9

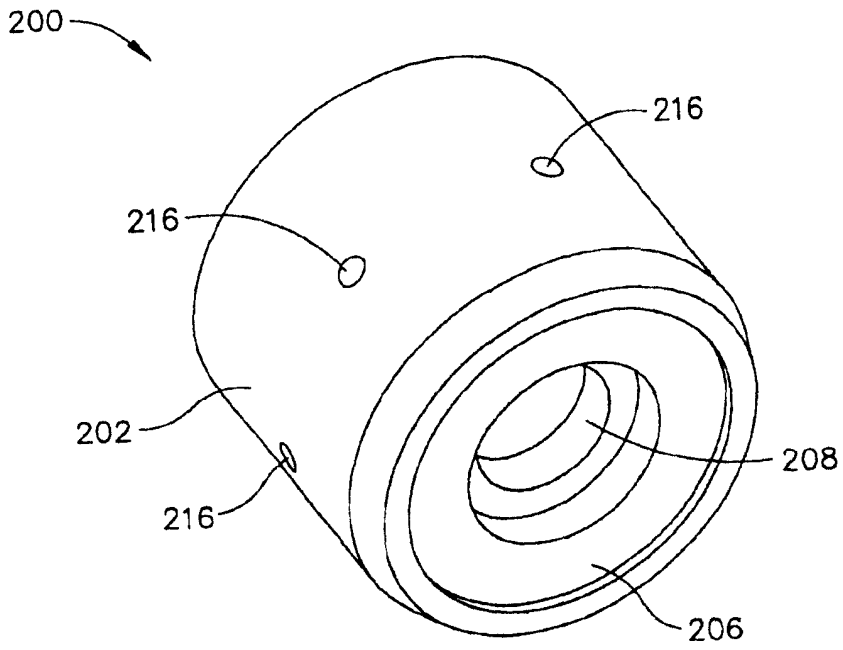


图 10

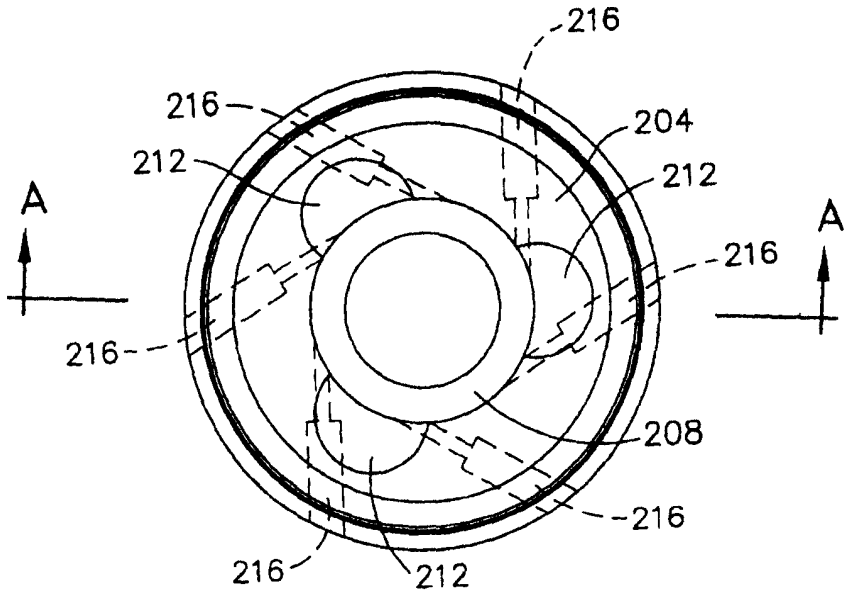

216
216
204
212
212
A
A
216
216
208
216
216
212

图 11

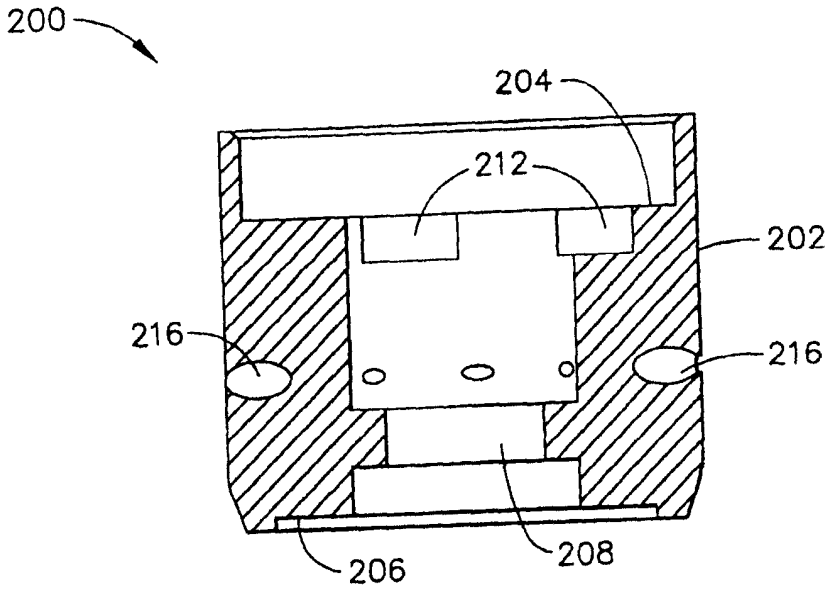

200
204
212
202
216
216
206
208

图 12

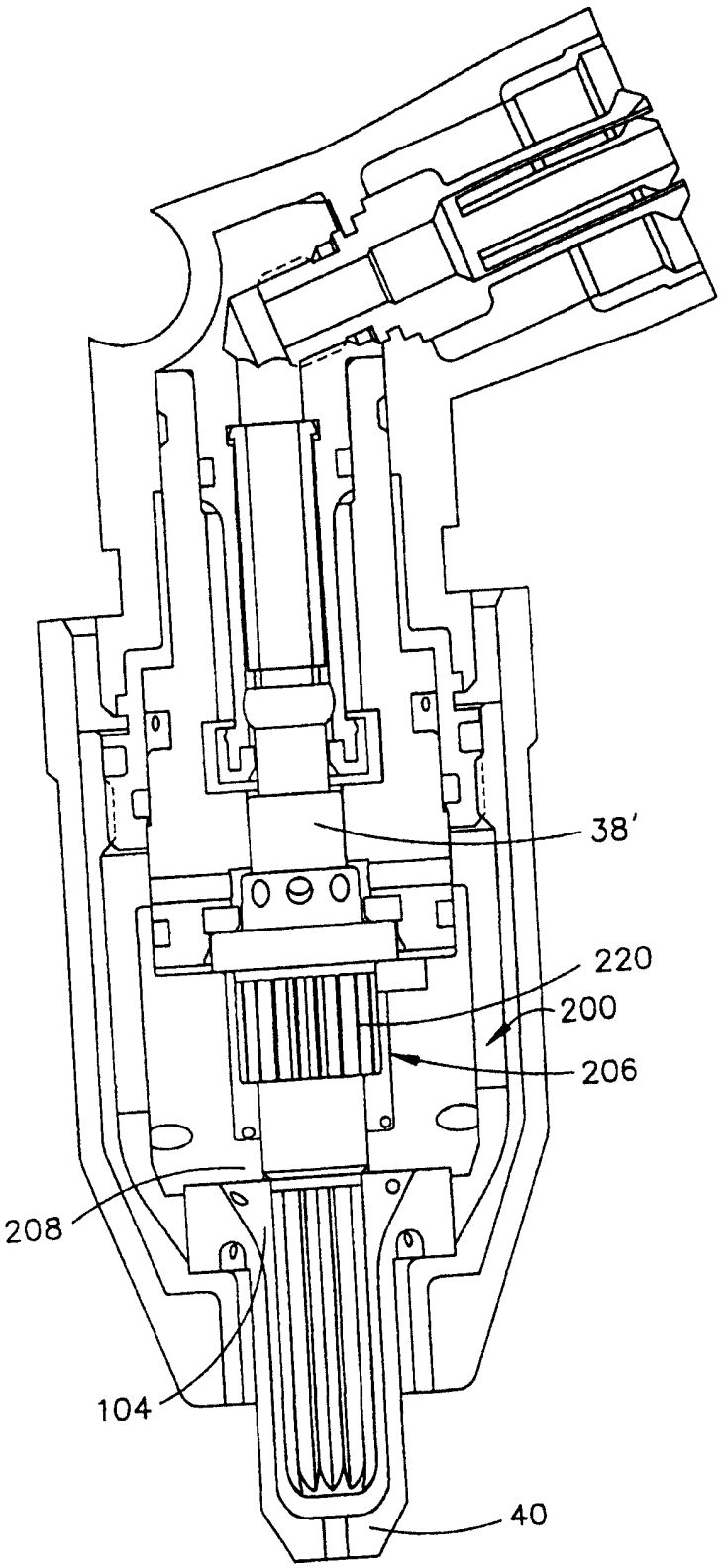


图 13A

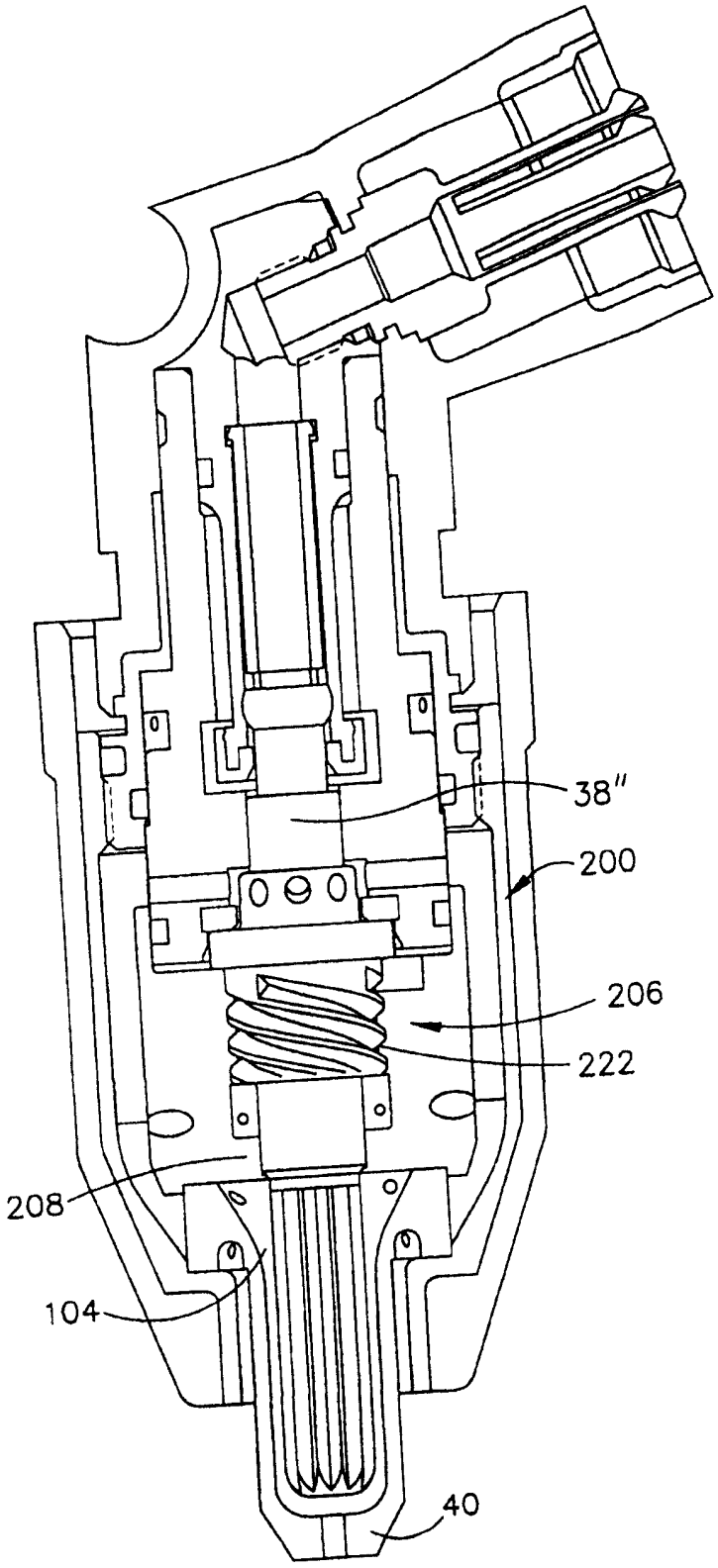


图 13B

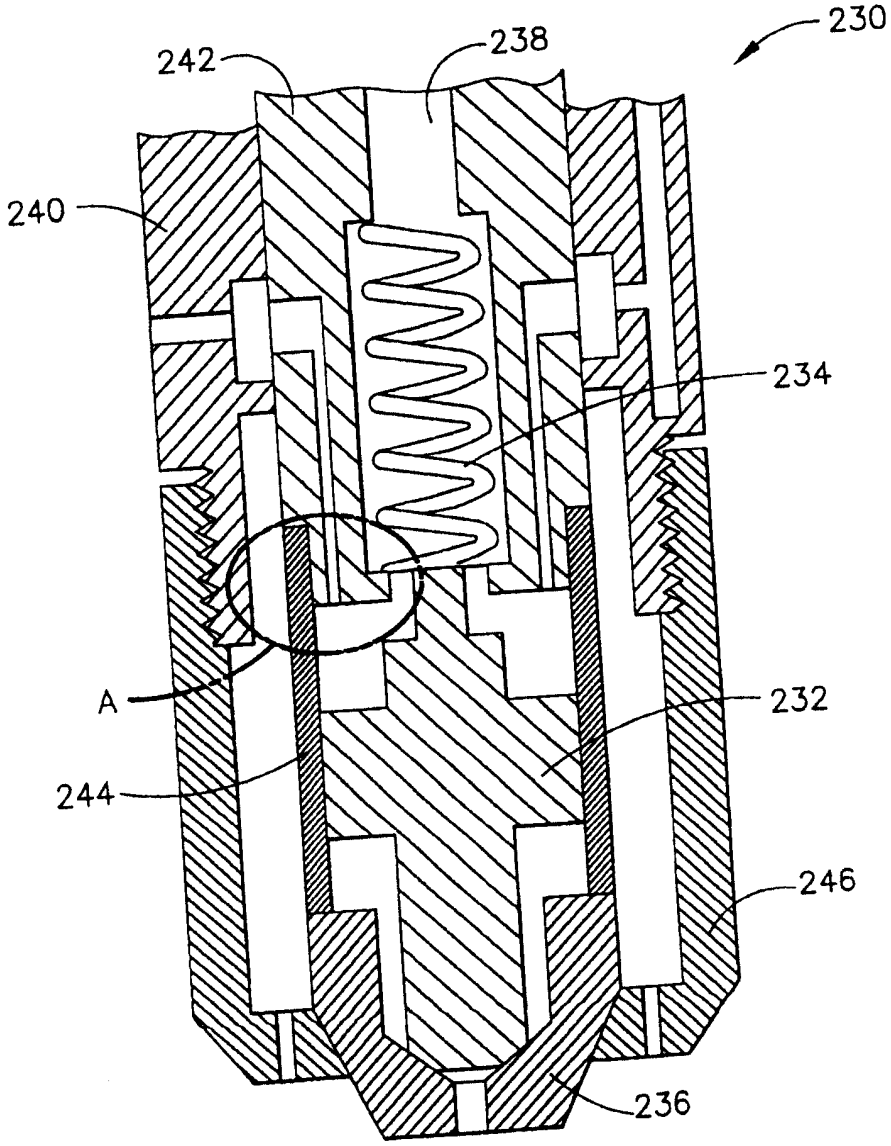


图 14(现有技术)

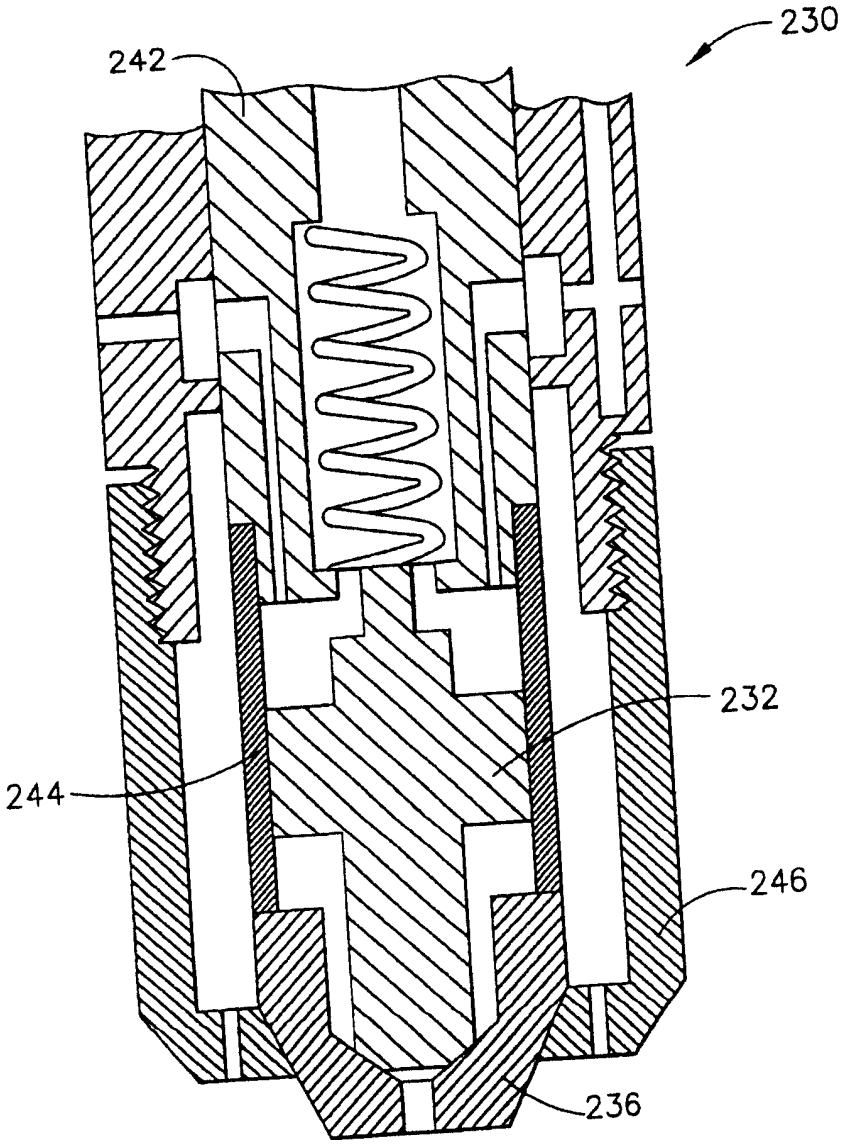


图 15

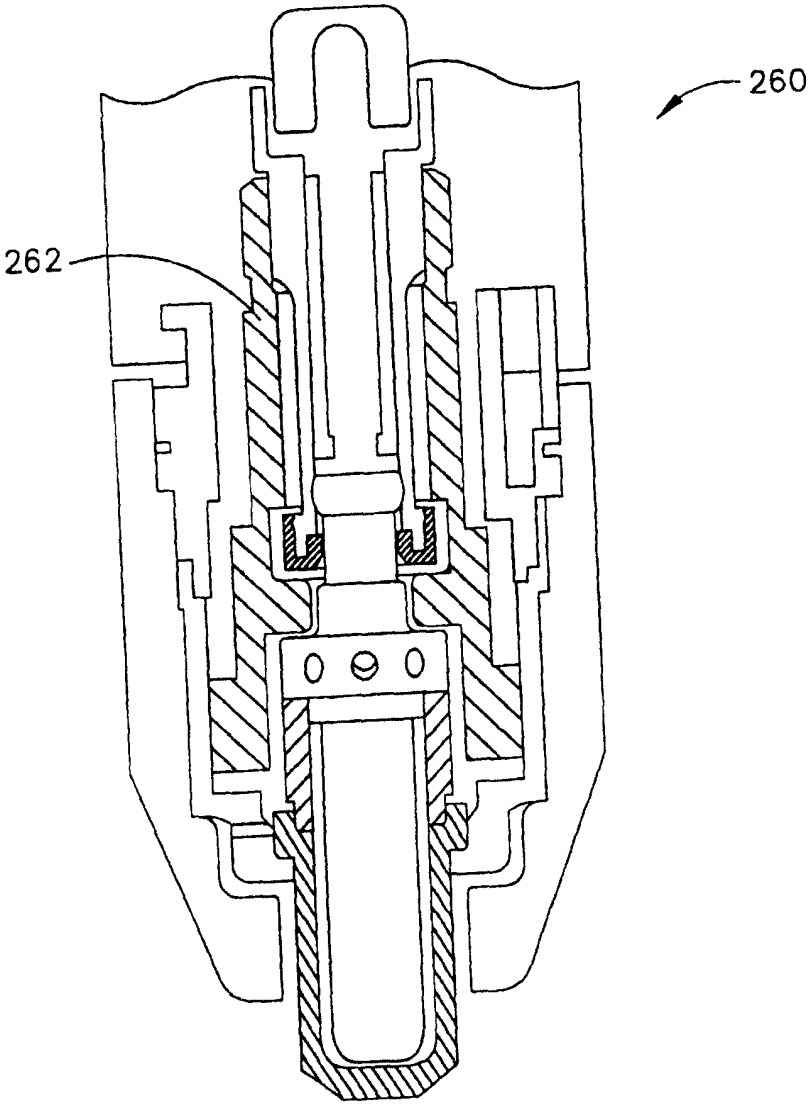


图 16(现有技术)

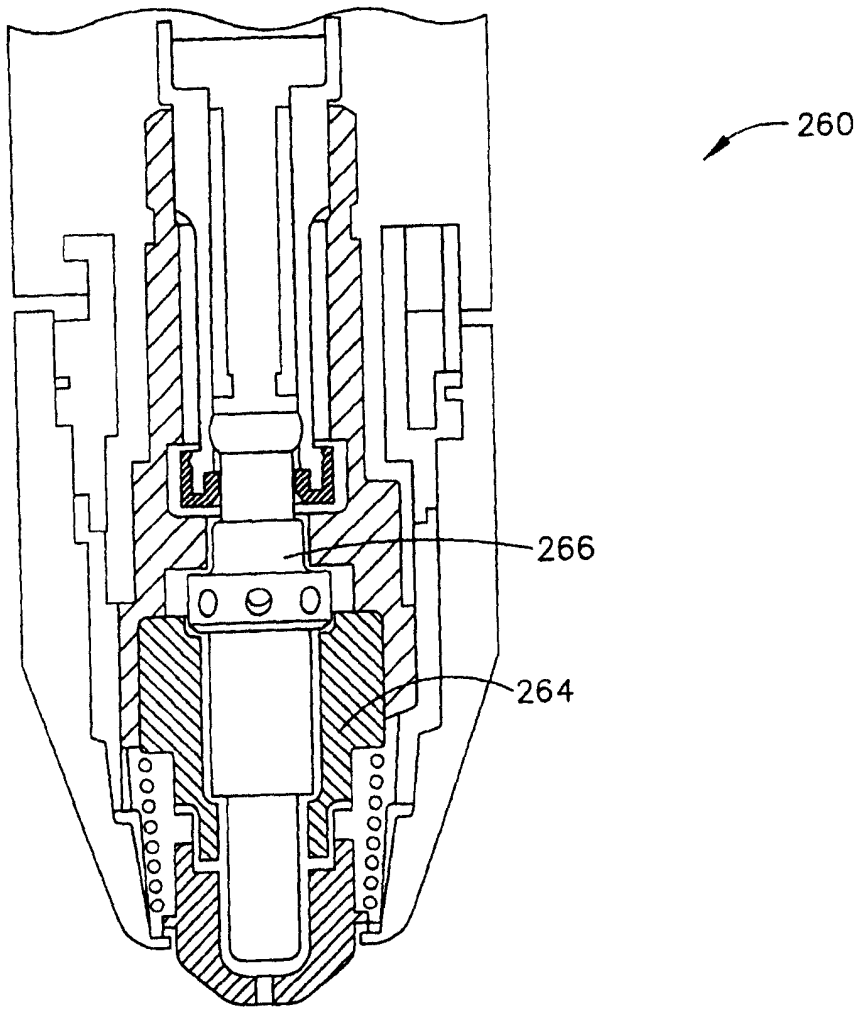


图 17