



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480040742.1

[43] 公开日 2007 年 1 月 31 日

[11] 公开号 CN 1905983A

[22] 申请日 2004.11.15

[21] 申请号 200480040742.1

[30] 优先权

[32] 2003.11.20 [33] US [31] 10/716,505

[86] 国际申请 PCT/US2004/035525 2004.11.15

[87] 国际公布 WO2005/051583 英 2005.6.9

[85] 进入国家阶段日期 2006.7.20

[71] 申请人 特赖器械公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 D·A·弗鲁德

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吕彩霞 段晓玲

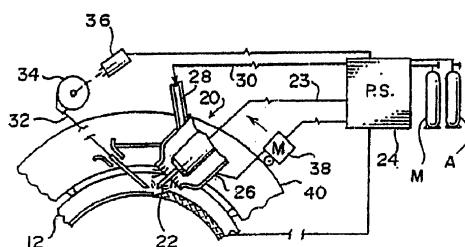
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 1 页

[54] 发明名称

焊接方法

[57] 摘要

通过使用包括由水分渗透系数小于 275、优选小于 100 的弹性材料制成的软管或管(30)的保护气输送系统和使用包括至少钨和氧化镧并优选钨、氧化镧、氧化钇和氧化锆的钨电极(22)组合物来改进在第一根部焊道上使用 GTAW 设备(20)和含氢保护气焊接非不锈钢工件(12)的方法。防止水分通过输送含氢保护气的弹性软管(30)渗透消除了在根部焊道焊缝上的第二焊道填充焊接中熔化焊接金属的喷溅。使用钨化合物提高了电极寿命。



1. 一种利用使用填充丝的 GTAW 焊机对焊具有斜接头预制品的非不锈钢金属工件的方法，包括：

预加工带坡口的工件，使其具有在它们的根部末端有最小焊接区厚度的斜接头区域；

放置预加工的工件接头段到一起，开口间隙在它们的邻近根部末端之间限定出开口根部区域，该间隙具有避免工件之间由于焊接收缩引起的有害压缩应力的最小尺寸和避免填充丝穿透间隙的最大尺寸；

使用供有填充丝和保护气的 GTAW 焊机熔焊邻近工件的开口根部区域使其具有根部焊道焊缝，该保护气包括 1-10% 的氢气和余量的惰性气体；和然后

使用供有填充丝和无氢保护气的 GTAW 焊机用至少一个附加填充焊道堆焊根部焊道焊缝，

改进在于

使用保护气输送弹性体软管系统在进行焊接的区域中在基本不存在水分时完成所述开口根部焊道，该保护气输送弹性体软管系统能防止水分通过输送弹性体软管系统渗入到保护气内。

2. 根据权利要求 1 的改进对焊方法，包括使用水分渗透系数为 0-275 的输送弹性体软管作为保护气输送系统的一部分。

3. 根据权利要求 2 的改进对焊方法，包括使用水分渗透系数低于 100 的弹性体输送软管。

4. 根据权利要求 3 的改进对焊方法，包括选择由卤化单体制成的共聚物弹性体制成的软管作为输送软管。

5. 根据权利要求 1 的改进对焊方法，包括使用按重量计包含以下的组合物作为焊接电极：

钨 98.5%

La₂O₃ 1.3+/-0.1%

Y₂O₃ 0.1%

ZrO₂ 0.1%。

6. 根据权利要求 1 的改进对焊方法，包括使用包含 98.5% 的钨和 1.5% 的氧化镧的组合物作为焊接电极。

7. 一种利用使用填充丝的 GTAW 焊机对焊具有斜接头预制品的

非不锈钢工件的方法，包括：

预加工带坡口的工件，使其具有在它们的根部末端有最小焊接区厚度的斜接头区域；

放置预加工的工件接头段到一起，在它们的邻近根部末端之间具有开口间隙，该间隙具有避免工件之间由于焊接收缩引起的有害压缩应力的最小尺寸和避免填充丝穿透间隙的最大尺寸；

使用供有填充丝和保护气的 GTAW 焊机熔焊邻近工件的开口根部区域使其具有根部焊道焊缝，保护气包括 1-10% 的氢气和余量的惰性气体；和然后

使用供有填充丝和无氢保护气的 GTAW 焊机用至少一个附加填充焊道堆焊根部焊道焊缝，

改进包括

使用按重量计包括以下的组合物作为焊接电极：

钨 98.5%

La_2O_3 1.3+/-0.1%

Y_2O_3 0.1%

ZrO_2 0.1%。

8. 一种利用使用填充丝的 GTAW 焊机对焊具有斜接头预制剂的非不锈钢金属工件的方法，包括：

预加工带坡口的工件，使其具有在它们的根部末端有最小焊接区厚度的斜接头区域；

放置预加工的工件接头段到一起，在它们的邻近根部末端之间具有开口间隙，该间隙具有避免工件之间由于焊接收缩引起的有害压缩应力的最小尺寸和避免填充丝穿透间隙的最大尺寸；

使用供有填充丝和保护气的 GTAW 焊机熔焊邻近工件的开口根部区域使其具有根部焊道焊缝，保护气包括 1-10% 的氢气和余量的惰性气体；和然后

使用供有填充丝和无氢保护气的 GTAW 焊机用至少一个附加填充焊道堆焊根部焊道焊缝，

改进包括

使用包含 98.5% 的钨和 1.5% 的氧化镧的组合物作为焊接电极。

9. 根据权利要求 1 的方法，其中金属工件包括碳钢。

10. 根据权利要求 1 的方法，其中每个工件的斜接头区域成 37.5 度斜角，接头端的端焊接区厚度在大约 0.000-0.010 英寸（0.000-0.254mm）的范围内，间隙尺寸为约 0.035 英寸（0.889mm），工件为中至厚壁厚度管。

11. 根据权利要求 1 的方法，其中惰性气体为氩气。

12. 根据权利要求 1 的方法，其中保护气体为 95% 的氩气和 5% 的氢气。

13. 根据权利要求 1 的方法，其中工件为管状，和其中使用供有所述填充丝和保护气的轨道 GTAW 焊机完成根部焊道和堆焊焊缝。

14. 根据权利要求 1 的方法，其中使用氩气保护气完成根部焊道后的第二焊道焊缝。

15. 根据权利要求 1 的方法，其中金属工件为管状管和用于这类管的配件。

16. 根据权利要求 15 的方法，包括对焊接通道使用轨道 GTAW 焊机。

17. 根据权利要求 1 的方法，包括使用基本上防止氧通过输送系统渗入到保护气内的弹性体保护气输送软管。

18. 根据权利要求 2 的方法，包括使用按重量计包括以下的组合物作为焊接电极：

钨 98.5%

La₂O₃ 1.3+/-0.1%

Y₂O₃ 0.1%

ZrO₂ 0.1%。

焊接方法

A. 背景

1. 领域

本发明涉及焊接方法，尤其是保护气钨极电弧焊（GTAW）方法。

2. 相关技术

在 1997 年 11 月 11 日签发的美国专利 5686002 中公开了沿坡口处理的接头对焊钢工件的改进焊接方法，该方法使用具有填充丝的 GTAW 设备和在第一或根部焊道中使用氢-氩（或其它惰性气体）保护气混合物然后在随后的填充焊道中使用无氢的惰性气体，该专利与本文描述和要求的发明都为自有。

根据 US5686002 描述的方法，通过对要被接合的边开坡口以便它们具有小间隙（“开口根部”）地彼此相连来预加工中至厚板或管形钢金属工件。然后使用常规自动（包括半自动）或非自动 GTAW 设备、填充丝和优选由 95/5 氩-氢混合物组成的保护气产生根部焊接通道。

由于对允许氢进入到碳钢焊件的限制，这类工件尤其是碳钢制工件的成功焊接最初是令人怀疑的，因为当氢污染发生时，在与这种金属一起使用的现有技术焊接工艺中会遇到脆化和孔隙率问题。

另一方面，理论上认为，根部焊道中氢的存在能解决正接合碳钢工件的焊接工面临的焊透、熔池稳定性、洁净度和其它问题，碳钢工件如大直径管和使用具有开口根部的斜坡边预加工的管道，因为利用保护气混合物中的氢能得到增强的加热效应。

美国专利 5686002 中描述的解决方案只对根部焊道使用氩/氢混合物，然后对随后的焊道使用无氢的惰性气体混合物，这在理论上能从焊件中清除任何游离氢和产生不会发生氢脆化的完美无孔焊缝。事实上，涉及碳钢以及高强度钢如铬-钼钢的测试已表明，使用这种新方法能得到没有保护气中氢负面影响的这种焊缝。对于其中所述焊接方法的更详细描述，可参见美国专利 5686002，本文全文引入其作为参考。

尽管使用美国专利 5686002 中描述的方法产生的焊缝是完美的并具有良好质量，但当执行方法焊接最初反面说明的碳钢时观察到意外

的现象。

具体地说，当在根部焊道上产生第二焊接通道时，发生具有足够频率和强度的熔池区域中熔化金属的突然实际上爆炸性喷溅，以至于因污染 GTAW 焰设备的电极和气体透镜而中断焊接过程。观察到喷溅实际上在电极和气体透镜上沉积焊接金属至在可继续焊接前它们需要修补或替换的程度。甚至在正形成第二焊道“干河床”（没有焊料的熔焊）过程中也能观察到这种现象。

解释不能容易地得到，因为按照所有可接受 GTAW 标准和规范可严格地形成根部焊道焊缝和堆焊或填充焊缝，包括在焊接过程中避免了焊接区中任何种类的污染，尤其是水分和氧污染。检查 GTAW 装置的所有设备以及保护气供应。开始怀疑电极，但证实其没有成为诱发因素。快速排除可能的爆炸性化学污染物，以及在焊接过程中产生的元素的可能组合，其可导致根部焊道中凝固焊接金属中潜在爆炸性材料或气体的存在。改变填充焊接保护气的混合物没有表明供应的保护气为任何问题的根源。通过涉及预热工件的实验还排除了焊接区中的水分。

最终理论上认为，在初次填充或堆焊焊道中涉及熔化焊接金属的喷溅现象起因于可能在根部焊道凝固焊接金属中的小凹穴或孔穴中捕集的一些种类的过热气体，当池的前沿接近凹穴或孔穴并加热包围凹穴或孔穴的金属区域时，其被强烈加压，直到发生周围金属的熔化时，过热和加压的气体在熔化焊接金属的强烈喷溅中猛烈膨胀。理论上认为，在根部焊道中使用氢最初会导致一定的孔隙率，它们在接下来的堆焊或填充焊接通道中被除去。然而，主要为氩和少量游离氢的小凹穴的存在难以造成在根部焊件上第一填充焊道中观察到的喷溅的猛烈特征。

该秘密保持未解开，直到进一步的研究指向在根部焊道焊缝的孔穴或凹穴中可能包含由于某种原因被捕集的水分的可能性。无论游离的水分如何被存放到孔穴或凹穴中，都不能在最初观察时被察觉到，因为采取了全部的预防措施避免保护气和焊接区中的水分污染。另一方面，如果在孔穴中包含捕集的水分，至少这可能归因于孔穴中捕集蒸汽的多少，在第二焊道中被过热成蒸汽，可能造成观察到的喷溅。

但是水分如何到达焊接区域仍是要回答的问题。

在关于焊接金属喷溅问题的研究中，发明人回顾的 1959 年签发的美国专利 2905805 揭示了在使用包含 35% 氢的氩-氢保护气混合物的不锈钢的 GTAW 焊接中形成的水分凹穴所遇到的困难。根据该专利，焊接中氢和氧的化合被认为形成存放在焊件孔中的水分，专利中提出的解决方案是限制保护气中在焊接区处存在的氢数量，并调整焊接工具前进的速度。

在利用 GTAW 设备和 95/5 氩-氢保护气混合物的碳、铬-钼和其它非不锈钢焊接方面，该理论似乎是不可信的。首先，认为在焊接区中不存在氧污染，因为保持焊接区时刻无氧的保护气系统非常纯。仅仅是不足的氧与焊接中未消耗的保护气中的少量氢结合在焊接金属中形成水分，与焊接金属中由于其它原因可能出现的孔穴或凹穴无关。已知碳钢焊缝比不锈钢焊缝经受程度大得多的孔隙率，但根据美国专利 5686002 的方法形成的碳钢焊缝的孔的孔穴中如何存在水分并不容易解释。

于是注意力集中到作为水分和或者氧气的可能来源的保护气输送系统上。理论上认为，尽管有全面的预防措施，但或许正是用于保持焊接区无水分和氧污染的物质即保护气本身传送了有害污染物。

针对污染水分和氧的可能来源，全面检查了用于保护气混合物供应和输送的保护气储罐、配件、输送软管和焊接头。但仍未发现这些要素的来源。

然后在根据美国专利 5686002 进行的 GTAW 焊接过程中检查了作为污染焊接区的氢和氧的可能来源的弹性体保护气输送软管。尽管使用的软管满足 GTAW 焊接的全部规范，但知晓用于焊接气体供应应用的各种塑料、橡胶和其它弹性体软管材料面临不同程度的通过软管壁的气体渗透或扩散，这取决于构成软管的材料和其它因素。于是实验导致了这种发现，即按上述方式反应的焊缝的孔穴或凹穴中水分的可能来源为弹性体保护气输送软管，其允许水分蒸汽通过软管壁从大气中渗透或扩散到足以在根部焊道焊缝的孔穴或凹穴中被俘获的程度。当在随后的焊接通道中加热时，水分过热并形成观察到的剧烈喷溅效应。需要焊接金属喷溅现象的解决方案以避免由这种喷溅造成的缺陷。

作为次要因素，在根据美国专利 5686002 的焊接方法中，观察到

在 GTAW 设备中常用的钨电极在使用中严重降级，美国专利 5686002 使用 95/5 氩-氢气体混合物。与使用 95/5 氩-氢保护气的不锈钢焊接工艺不同，其中电极寿命是正常的，或“洁净室”环境焊缝涉及高度保护环境，而根据所述专利的方法涉及在不必有意产生“洁净”或贫瘠焊缝的环境中焊接。这在进行不锈钢“洁净室”焊接时一般很少关注，因为这类焊接使用相对低的安培数和热输入，并且焊缝比涉及例如碳钢板和厚壁管或其它钢如铬-钼的一般焊接工艺具有更短的持续时间。在“洁净室”方法中，所用钨电极中的掺杂剂可能不能完全蒸发，从而在使用中可能减少了氧化和氧化物冷凝到电极上。另一方面，对于碳、铬-钼和其它非不锈钢，在根据 5686002 专利的焊接方法中使用的钨电极表现出或被预料到表现出较短的寿命，并需要频繁更换，可能是由于较长的焊接时间、因保护气中氢引起的较高热输入、电极上氧化物冷凝、在电极位置处的焊接区污染和其它不确定的原因。

显然，需要针对涉及碳钢尤其但不是任何非不锈钢且通常使用部分氢保护气的焊接方法中钨电极寿命短的解决方案。

发明简述

本发明为使用美国专利 5686002 的 GTAW 焊接装置和技术对焊具有斜接头预制件（bevel joint preparation）的非不锈钢金属工件的方法，其中使用保护气弹性体软管输送系统进行根部焊道的焊接，软管输送系统能防止水分和优选氧气渗透到焊接装置作为整体的保护气输送软管或输送系统内。

优选地，选择水分扩散或渗透系数（在下面的说明书中定义）为 0-275、优选小于 100 的弹性体保护气输送软管。弹性体输送软管的氧渗透系数可更宽，但优选也在与水分的优选渗透系数相同的范围内。

优选地，本发明包括使用以重量计包括以下的电极作为 GTAW 方法的焊接电极：

钨	98.5%
La_2O_3	1.3+/-0.1%
Y_2O	0.1%
ZrO_2	0.1%

任选地，可使用包括 98.5% 的钨和 1.5% 的氧化镧的电极。

当进行根据美国专利 5686002 的基本焊接方法时，为了增加电极寿命，可使用上述电极组合物而不使用上述保护气输送软管材料。

附图说明

参考附图：

图 1 示意地图示了要被对焊的一对非不锈钢管状工件，其具有准备进行现有技术焊接工艺的坡口端接头预制件和开口的根部间隙；

图 2 为图 1 中图示的管状工件之间的斜接头区域的放大图；

图 3 为显示了常用于 GTAW 设备对焊的“J-型”接头预制件；和

图 4 示意地显示了使用供有填充丝和氩气-氢气保护气混合物和单独氩气的轨道 GTAW 设备进行的现有技术的焊接工艺。

发明优选实施方案详述

根据美国专利 5686002 所述的现有技术方法并参考附图，预加工要被对焊到一起的非不锈钢（例如碳钢）金属工件 10、12，使得要被焊接的工件的端成斜角，以便提供总的坡口斜角 B，工件 10、12 的每一端段都成角度为 $B/2$ 的斜角。所示的工件 10、12 为管状金属段，但本发明的原理也可用于板工件，在这种情况下，工件 10、12 的对接段将被预加工以便在工件之间具有适宜的总斜角 B。

还是根据 US5686002 的方法，使工件 10、12 的端段成斜角，以便留出焊接区厚度 L（图 2），其在尺寸上提供工件根部末端之间的均匀间隙 G，并优选具有最小的厚度以确保工件之间良好质量的焊透，对于焊接工艺中涉及的焊缝结构和工件金属，使用来自 GTAW 焊机的适宜热输入（安培数）。典型地，需要最小焊接区厚度，以能使用 GTAW 设备的最小要求安培数设置在接头的根部区域中在工件之间进行第一或根部焊道焊接，以减小焊接操作中对基体金属合金的有害热影响。

在预加工工件接头后，然后使工件 10、12 靠近，以便留出开口的根部间隙 G（图 2），设计它使得在至少工件之间的根部焊道焊缝完成时能防止凝固焊接金属不合需要的热压缩应力。另外，避免比填充丝直径大的间隙 G 以防止填充料在焊接过程中穿过开口的间隙。间隙 G 的尺寸依赖于冶金考虑因素：基体金属和填充丝、工件的壁厚度和焊接中工件末端之间的收缩潜力。

根据 US5686002 的焊接方法被描述为使用供有填充丝和保护气的常规气体钨电弧焊接设备或“GTAW”焊机。另一方面，根据当时的现有技术方法，不建议使用这种 GTAW 焊机用于焊接开口的根部斜接头，而是当要使用 GTAW 焊接设备时，建议的方法是使用如图 3 中所示的“J”型端预制件。当在工件的这种“J”预加工（prepped）端部分的根部区域处在工件之间形成第一焊缝或“根部”焊道时，认为利用 GTAW 焊接设备的根部焊道应使用具有规定的焊接区厚度 L'的闭合根部或“挤满接头”焊口形成，临近工件之间的焊接区厚度 L'如图 3 所示，以确保均匀的良好焊透和补强。

另一方面，如果如图 1 和 2 中所示的斜接头被闭合以消除开口根部，则由斜边工件的端之间的焊接金属收缩引起的应力在根部区域尤其是碳钢工件之间的根部区域中导致质量差的焊缝。如上所述，对于如图 3 中所示的焊接接头区域，这些问题可通过使用“J-预制件（preps）”来解决，图 3 中所示的焊接接头区域在具有倾斜表面的工件 16、18 之间提供闭合的根部接头 14，倾斜表面之间的夹角为 α ，并具有满足对焊接接头区域中任何变化敏感的自动焊机要求的精确根部端焊接区厚度和构造。

但是，在金属管道和配件工业的一些段中，通常使管道和配件部分具有已经为用 37.5 度斜坡切口的焊接预加工的预先成斜角的端部分。在管道和配件的端部分 16 和 18 上通常不提供如图 3 所示的 J-预制件 14。这种 J- 预制件通常在焊接前在野外完成，工艺要求既严格又昂贵。事实上，通常重新处理直的斜端部分成 J- 预制件以能在大量生产情况下使用自动焊机。

如美国专利 5686002 中所述，发现如果利用下面的工艺，使用被供应填充丝和保护气的 GTAW 焊机，能成功地焊接开口根部斜接头。预加工工件具有切割至图 2 所示 $B/2$ 角度的直斜端接头，以在工件的端之间提供总的夹角 B ，如图 1 所示。预加工坡口使得坡口具有所需的预定端焊接区 L ，如图 2 所示和上面说明。目的是形成尽可能均匀和小的端焊接区，以能适当地编排自动焊机在接头的根部区域中在工件之间形成根部焊道焊缝，同时能使热输入（焊机的安培数设置）保持在能确保基体金属良好穿透的水平，而对焊接区中的基体和填充金属没有有害的冶金学影响。

然后使工件合到一起，以便在工件的临近根部末端之间提供开口的间隙 G，选择 G 值以防止由于焊接金属的热收缩引起的工件端之间的应力或应变，这决定了 G 的最小值，和避免自动焊接过程中填充丝穿过工件之间的间隙，这决定了间隙 G 的最大值。

在预加工图 2 所示的接头区域后，使用如图 4 所示的 GTAW 焊接设备进行焊接。在图 4 中，轨道 GTAW 焊机 20 被示意地图示为在工件 10 和 12 之间的坡口端接头区域中进行焊接工艺（在图 4 中只有工件 12 可见）。GTAW 焊机 20 为常规的，并包括非自耗钨电极 22，用来自电源 24 的电力经由线路 23 为钨电极 22 供电以在工件 10、12 和电极之间建立和保持焊弧。电源包括各种控制系统，控制系统按照符合常规 GTAW 应用的特定工件之间每个焊道的计算机程序来操作。

在这个例子中，GTAW 焊机 20 包括在电源单元 24 控制下经由保护气源或输送管线 30 通过进口管道 28 接受保护气的壳 26。保护气一般为惰性氩气，其被储存在图 4 中 A 处所示的适当容器或“瓶”中。按照已知的原理，可在焊接过程中使用其它保护气，通过图 4 所示的电源 24 可直接控制其它气源或通过在电源系统外的装置独立控制其它气源。

按照专利 5686002 中描述的方法，氩气和氢气保护气的商业混合物经过电源 24 从混合物供应容器 M 被供应到 GTAW 焊机 20，电源还控制来自供应源 A 的单独氩气保护气的供应。

在电源 24 的控制下，填充丝 32 从供带盘 34 被自动供应到焊接区，电源 24 按照焊接程序的要求调节驱动供带盘 34 的电机 36 的操作。

使用环 40 作为焊机 20 的导轨在电源 24 控制下利用适宜的旋转驱动机构 38 在围绕要焊接接头区域的轨道上驱动迄今所述的例子中的 GTAW 焊机 20。

当形成开口间隙根部焊道时，该方法的关键要素是使用氢气作为保护气的组分。焊接过程中，对于工件 10、12 之间的开口间隙根部焊道，在电源 24 的控制下为 GTAW 焊机 20 供应含氢的保护气混合物，同时填充丝 32 被供应到焊接区。填充丝 32 的组成在冶金学上与工件的组成一致。另外根据 GTAW 焊接的已知原理和标准，通过进口 28 供应并利用护罩 26 输送到焊接区的保护气应在焊接区中提供保护气氛，以保护熔融的焊接金属不与空气中的氧或周围气氛中包含的其它

杂质或污染物包括水分反应。

优选地，在具有 37.5 度坡口端预制件、0.000-0.010 英寸（0.000-0.254mm）的焊接区厚度和 0.035 英寸（0.889mm）的根部区域管端部之间的间隙 G 的 4”直径中厚壁碳钢管上，发现使用轨道 GTAW 焊机时，95% 氩气-5% 氢气（“95/5”）的混合物能有效工作。尽管 95/5 混合物是优选的，但可有效地使用范围在大约 99% 氩气-1% 氢气到 90% 氩气-10% 氢气（“99/1 到 90/10”）的混合物，只是对于偏离优选的 95/5 混合物的混合物范围，在焊透/补强质量方面具有降低的效果。认为类似的焊接过程在直径 2 英寸（0.5mm）的中至厚不锈钢管上也能产生良好质量的根部焊道焊缝。对于 95/5 气体混合物，利用适当的电流/电压调整而不用电极振动就形成根部焊道。

与没有含氢的保护气的类似 GTAW 焊接过程相比，观察到弧区域中氢的存在往往能使焊接熔池稳定并使它位于开口间隙区域内部中心以在焊接的根部区域中提供良好的透过和填充。

在完成根部焊道焊缝后，利用电机 38 使 GTAW 焊机回到起始位置，按照已知的轨道 GTAW 焊接工艺，优选同时根部焊道焊缝仍热时，使用无氢的保护气如单独氩气快速形成至少一个随后的“填充”焊道。

按照已知的焊接标准，在常规焊接实践中，至少在美国，还是通常避免碳钢焊接工艺使用含氢的保护气，以避免焊接接头中可能的氢俘获，其会由于称为“氢脆化”的现象而在焊缝中导致弱化。但是，如前所述，发现含氢保护气优选 95% 氩气-5% 氢气混合物的使用在开口间隙斜坡预加工（prepped）工件上由于氢在焊接区中的有益效果而产生良好质量的根部焊道焊缝。美国专利 5686002 所述的氢脆化问题的解决方案是使用单独的氩气在根部焊道上形成随后的焊道，以充分加热根部焊道焊缝来消除可能保留在焊缝中的任何残余氢气。

尽管氩气对于堆焊或填充焊道是优选的，但只需要填充保护气无氢。

如上面本发明讨论的背景中所述，在根部焊道上焊接第二焊道的过程中的熔化焊接金属的猛烈喷溅后来被发现对根据美国专利 5686002 的方法是一个障碍。尽管采取了全面的预防措施来避免焊接区处的污染，但观察到的喷溅现象只能通过在根部焊道中在焊件中形成的孔穴或凹穴中可能存在水分来解释。

在进行所述的焊接方法时，使用标准氩气弹性体供应软管如由 Parker Hannifin Corp. 制造的 Dayco 7121 Welding。研究和实验表明，这种软管可能会由于分压效应而发生大气水分和氧的扩散，这种扩散会导致这类气体渗入到软管内，尽管在软管内部有相对于大气压的较高总体或总压力。进一步实验揭示，透过使用渗透系数为 0-275、优选 100 以下的弹性体保护气供应软管可获得上述喷溅效应的大大改善和实质消除。材料的渗透系数就是指示材料对气体的渗透性的数值，它的推导是众所周知的。在 P 为渗透系数时，在一种来源中它被定义为：

$$P = (\text{渗透量}) \cdot (\text{薄膜厚度}/\text{表面积}) \cdot (\text{时间}) \cdot (\text{跨膜压降})$$

对于渗透系数的更充分描述，可参考 AWS Welding Journal, 1999 年 7 月，37 和 38 页。

尽管现有技术认识到即使在管内部的总压高于大气包括焊接气体时，气体渗透也能污染流过可渗透材料制成的供应管的气体，但没有认识到，当在根据美国专利 5686002 的焊接方法中进行第二焊道焊接时观察到的焊接金属喷溅现象可归因于含氢保护气中实际的水分渗透，含氢保护气被捕集在金属工件之间开口根部焊接接头的根部焊道中的孔穴或凹穴中。根据现有技术资料，污染渗透或扩散只与“洁净室环境”焊接要求情况有关，如焊接饮食服务设备和用于可注射医学材料的高纯管和微处理器制造应用等。在钢如碳钢上的开口根部预加工（prepped）的根部焊道中使用含氢保护气的水分污染在第二焊道堆焊或填充焊接中不是已知的关注问题，即使在通常水分污染为已知的关注问题的水下焊接应用中。

因此，本发明为使用根据美国专利 5686002 的 GTAW 焊接装置和技术对焊具有斜接头预制件的非不锈钢金属工件的方法，其中使用保护气输送系统进行根部焊道的焊接，该保护气输送系统能防止水分和优选氧气渗入到焊接装置的保护气弹性体输送软管系统内。

优选地，选择水分渗透系数为 0-275、优选小于 100 的弹性体保护气输送软管。弹性体输送软管的氧渗透系数可更宽，但优选也在与水分的优选渗透系数相同的范围内。

发现能克服基于水分的焊接金属喷溅问题的保护气输送软管材料的例子有可从各制造商和批发商得到的 High Extreme-Purity Teflon PFA 450（全氟烷氧基），和可从各制造商和批发商得到的 Thv

Fluopolymer（四氟乙烯六氟丙烯亚乙烯基）等。

另外，发现可从各制造商和批发商得到的编织物增强的 PVC 软管材料能大大减少第二焊道焊接步骤中观察到的焊接金属喷溅现象。

通常，认为由包括卤化单体的共聚物弹性体制成的表现出上述优选渗透系数的保护气软管或管能消除或基本消除焊接金属喷溅现象，这些现象起因于透过具有较高渗透系数的保护气输送软管的水分和可能与水分结合的氧。典型地，水分通过弹性体材料渗透到比氧大得多的程度。

已知渗透系数小于 100 的示例性塑料材料包括：Teflon（聚四氟乙烯）、Teflone FEP（四氟乙烯共聚物）、LDPE（低密度聚乙烯）、HDPE（高密度聚乙烯）、PP（聚丙烯，密度 0.907gm/cm^3 ）、Saran（聚亚乙烯基氯化物）和 Kel-F81（聚三氟氯乙烯）。

不是所有上述示例性材料目前都可用于焊接气体供应软管应用。

根据美国专利 5686002 的焊接方法的另一改进，使用 2% 涂钍钨电极的该专利中所述现有方法中观察到的较短钨电极寿命，其满足典型 GTAW 应用的所有可接受标准，通过使用包括（按重量计）以下的钨电极来克服：

钨	98.5%
La_2O_3	1.3+/-0.1%
Y_2O_3	0.1%
ZrO_2	0.1%

这种电极通常被称为“Tri-Mix”，并可从德国 Wolfram Industrie of Traunstein 和焊接产品的各批发商得到。在根据美国专利 5686002 的焊接方法中具有提高寿命的另一钨电极由 98.5% 的钨和 1.5% 的氧化镧的组合物制成，以通用名“1.5% 镧酸化钨”从 Stainless Stuff, Willows, California 得到。

尽管本文描述了构成本发明主题的方法的示例性实施方案，但必须认识到实施方案仅仅是示例性的，并可利用熟练技工、化学家或焊工已知的常规变化由本领域那些技术人员更改，包括为不脱离附加权利要求所限定的保护范围的等价物或与所述实施方案没有实质不同的可选步骤和材料。

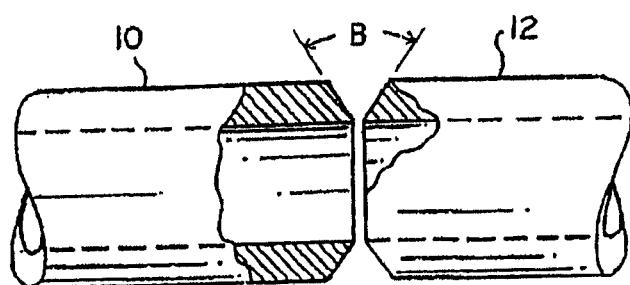


图 1

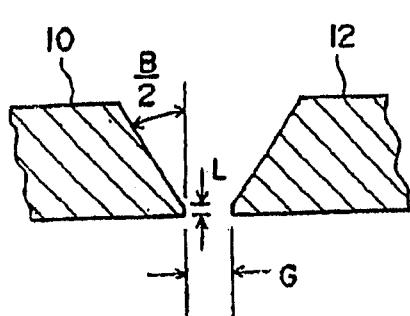


图 2

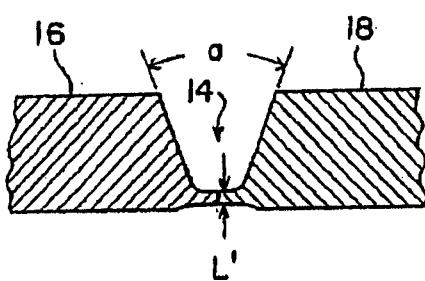


图 3

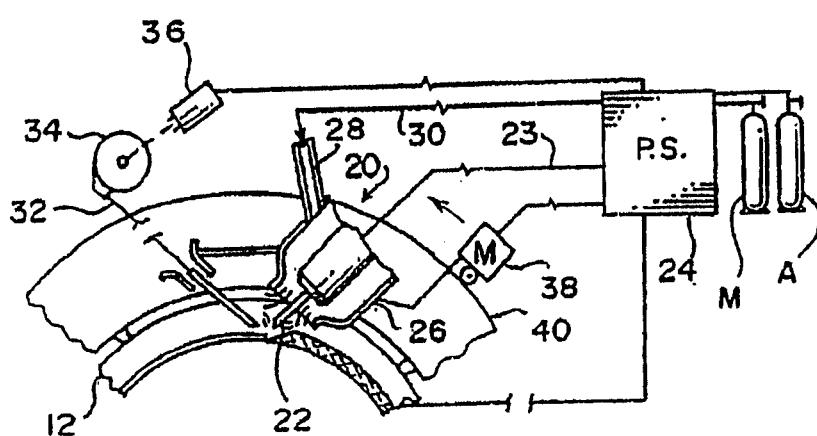


图 4