



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104043898 B

(45)授权公告日 2017. 11. 07

(21)申请号 201310640720.X

(22)申请日 2013.12.04

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104043898 A

(43)申请公布日 2014.09.17

(30)优先权数据  
13/841397 2013.03.15 US

(73)专利权人 通用汽车环球科技运作有限责任  
公司  
地址 美国密执安州

(72)发明人 D.R.西勒 M.J.卡拉古利斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公  
司 72001  
代理人 崔幼平 杨炯

(51)Int.Cl.

B23K 11/30(2006.01)

B23K 35/06(2006.01)

(56)对比文件

US 2009/0255908 A1,2009.10.15,

审查员 李倩叶

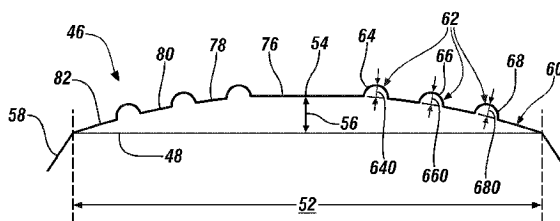
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

点焊的焊面设计

(57)摘要

本发明涉及点焊的焊面设计,具体地,一种用于在点焊过程期间接合铝合金工件中使用的焊接电极具有焊面,该焊面包括基表面和从该基表面向外突出的多个圆形脊。圆形脊是变钝的,并且它们在焊面上的存在为第一焊接电极提供一些有用的能力,包括建立与铝合金工件的更好机械和电接触的能力。



1. 一种焊接电极,包括:

具有圆周的主体;

具有圆周和中心的焊面,所述焊面的中心在所述焊面的圆周上方被升高至所述焊面的圆周的直径的0.5%至15%的高度;以及

其中,所述焊面包括基表面以及从所述基表面向外突出的多个圆形脊,所述多个圆形脊包括围绕所述焊面的中心的第一圆形脊、从所述第一圆形脊径向向外隔开的第二圆形脊、以及从所述第二圆形脊径向向外隔开的第三圆形脊,并且其中所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的每一个是变钝的并且具有闭合的圆周,从而在所述焊面在点焊期间与工件表面形成接触时使得所述工件表面上存在的氧化物层横向拉伸和断裂,其中所述焊面的中心位于所述基表面中。

2. 根据权利要求1所述的焊接电极,其特征在于,所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的一个或多个具有平坦顶表面。

3. 根据权利要求1所述的焊接电极,其特征在于,所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的每一个具有范围从20 $\mu\text{m}$ 至200 $\mu\text{m}$ 的脊高度。

4. 根据权利要求1所述的焊接电极,其特征在于,所述第一圆形脊的脊高度和所述第二圆形脊的脊高度隔开80 $\mu\text{m}$ 至1500 $\mu\text{m}$ ,并且所述第二圆形脊的脊高度和所述第三圆形脊的脊高度隔开80 $\mu\text{m}$ 至1500 $\mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求1所述的焊接电极,其特征在于,所述焊面还包括从所述焊面的基表面向外突出的一至七个附加圆形脊。

6. 根据权利要求1所述的焊接电极,其特征在于,所述焊面的中心在所述焊面的圆周上方被升高的高度范围从所述焊面的圆周的直径的2%至8%。

7. 一种实施电阻点焊的方法,所述方法包括:

提供包括焊面的第一焊接电极,所述焊面具有圆周和中心,所述焊面的中心在所述焊面的圆周上方被升高至所述焊面的圆周的直径的0.5%至15%的高度,所述焊面还包括基表面以及从所述基表面向外突出的多个圆形脊,所述多个圆形脊中的每一个具有闭合的圆周并且是变钝的,从而在所述焊面在点焊期间与工件表面形成接触时使得所述工件表面上存在的氧化物层横向拉伸和断裂,其中所述焊面的中心位于所述基表面中;

使第一铝合金工件的可接近外表面与所述第一焊接电极的焊面接触,使得所述多个圆形脊中的至少一个在所述基表面之前接触所述第一铝合金工件的可接近外表面;

在所述第一焊接电极的焊面和第二焊接电极的焊面之间传递焊接电流,所述第二焊接电极的焊面与第二铝合金工件的可接近外表面相接触,所述第二铝合金工件与所述第一铝合金工件重叠以在所述第一铝合金工件与所述第二铝合金工件之间提供结合界面,所述焊接电流引起在所述结合界面处的单个熔融焊池,所述单个熔融焊池增长并且穿入到所述第一铝合金工件和所述第二铝合金工件中的每一个中;以及

停止焊接电流在所述第一焊接电极的焊面和所述第二焊接电极的焊面之间的通过以允许所述熔融焊池固化成焊核。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述多个脊包括围绕所述焊面的中心的第一圆形脊、从所述第一圆形脊径向向外隔开的第二圆形脊、和从所述第二圆形脊径向向外隔开的第三圆形脊。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的每一个具有从 $20\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的脊高度。

10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述焊面的基表面包括位于所述第一圆形脊内的中心基表面部、位于所述第一圆形脊和所述第二圆形脊之间的第一中间基表面部、位于所述第二圆形脊和所述第三圆形脊之间的第二中间基表面部、和位于所述多个圆形脊的径向外侧的周边基表面部,并且其中,所述中心基表面部、第一中间基表面部、第二中间基表面部、或周边基表面部中的至少一个当在截面上被观察时是平面的。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述中心基表面部是凸形的,并且所述第一中间基表面部、第二中间基表面部、或周边基表面部中的至少一个当在截面上被观察时是平面的。

12. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述焊面还包括从所述焊面的基表面向外突出的一至七个附加圆形脊。

13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述焊面的基表面包括位于第一圆形脊内的中心基表面、位于各对相邻的圆形脊之间的中间基表面部、和在所述多个圆形脊的径向外侧的周边基表面部,并且其中,所述中心基表面部、所述中间基表面部、或所述周边基表面部中的至少一个当在截面上被观察时是平面的。

14. 根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述多个圆形脊中的每一个具有范围从 $20\mu\text{m}$ 至 $200\mu\text{m}$ 的脊高度,并且其中,所述多个脊中的每一个的脊高度与任意其它脊的脊高度间隔 $80\mu\text{m}$ 至 $1500\mu\text{m}$ 。

## 点焊的焊面设计

[0001] 本申请是2006年9月28日提交的序号No.11/536,001、当前美国专利申请公布No.2008/0078749的部分继续申请案。该申请的全部内容通过引用并入本文。

### 技术领域

[0002] 本公开总体涉及一种适合于例如在包括至少一个铝合金工件的金属工件堆中形成电阻点焊的焊接电极。

### 背景技术

[0003] 一些不同类型的车身部件--略举数例,诸如门、发动机盖、行李箱盖、和提升式门--包括联结在一起的两个或更多个金属工件。金属工件可通过一个或多个电阻点焊至少部分地联结。这些焊点通常环绕主体部件的周边或在一些其它结合区域处形成。在过去,金属工件通常由钢构成,并且出于该原因,并考虑到将钢点焊到钢的特定方面,许多年来已经特别形成点焊实践。然而,最近,只要有可能尝试以及减小车辆重量,就存在用铝合金工件替代钢工件的努力。

[0004] 电阻点焊大体由包括两个枪臂的固定的或机器人可移动的焊枪形成。这些枪臂中的各枪臂保持通常由适当的铜合金构成的焊接电极。枪臂可定位在工件堆的相对的侧上并且被夹紧以在直径上的公共位置处抵靠其相应的金属工件挤压所述两个电极。瞬时电流于是从一个电极穿过金属工件到另一个电极。对通过金属工件并且横跨它们的接合界面(即,金属工件的接触界面)的电流的阻抗在接合界面处产生热量。该热量形成熔融焊池,在电流的中断之后,该熔融焊池凝固成焊核。在点焊形成之后,枪臂释放它们的夹紧力,并且在另一个焊接位置处重复点焊过程。

[0005] 包括铝合金工件的工件堆的点焊可呈现特殊的挑战。其一,铝合金工件通常由在其外表面上由在铣削操作中经历的过程(例如,退火、固溶处理、铸造等)以及环境暴露两者所产生的各种氧化物层(为了简便起见,在下文中以单数形式通称为“氧化物层”)覆盖。该氧化物层增加在接触块处的电阻。因为氧化物层的高电阻和在下面的大块铝合金的相对低的热阻和电阻,所以通常需要高电流密度以在铝合金工件的与堆中的另一个金属工件形成接合界面的表面处形成焊池。

[0006] 虽然在期望位置处形成焊池有用,但是高电流密度可在接触块处产生过多热量,这进而可加快包括工件的铝合金与包括相关联的焊接电极的铜合金之间的冶金反应。该反应导致铜铝合金堆积或积聚在焊接电极上的污染层。如果保持原状,则污染堆积可碎裂并且在焊接电极中形成坑,这最终损害焊接性能并且使电极修整(dressing)变复杂。这些复杂状态以及其它情况呈现与旨在在点焊期间接合铝合金工件的焊接电极的设计相关的各种挑战,与诸如钢工件的一些其它类型的金属工件相反。

### 发明内容

[0007] 共同受让的美国专利申请公布No.2008/0078749公开了在点焊电极的焊面上环脊

的存在。本公开进一步描述包括环脊的焊接电极实施例。在此处，焊接电极具有特别地设计成经历与铝合金工件的可接近外表面点焊接合的焊面。焊面是穹顶形的，并且另外，包括从焊面的基表面向外突出的多个圆形脊。这些脊变钝成当在点焊期间与铝合金工件表面形成接触接合时引起在该铝合金工件表面上存在的氧化物层的横向拉伸和断裂。从两个至十个向外突出的圆形脊可存在于焊面上的任何地方，并且优选地该数量在三个和五个之间。而且，焊面的基表面优选地包括可位于最内的圆形脊内或在任一对相邻的圆形脊之间的至少一个平坦表面。

[0008] 本发明还提供如下方案：

[0009] 1. 一种焊接电极，包括：

[0010] 具有圆周的主体；

[0011] 具有圆周和中心的焊面，所述焊面的中心在所述焊面的圆周上方被升高至所述焊面的圆周的直径的约0.5%至约15%的高度；以及

[0012] 其中，所述焊面包括从基表面向外突出的多个圆形脊，所述多个圆形脊包括围绕所述焊面的中心的第一圆形脊、从所述第一圆形脊径向向外隔开的第二圆形脊、以及从所述第二圆形脊径向向外隔开的第三圆形脊，并且其中所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的每一个是变钝的并且具有闭合的圆周。

[0013] 2. 根据方案1所述的焊接电极，其特征在于，所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的一个或多个具有平坦顶表面。

[0014] 3. 根据方案1所述的焊接电极，其特征在于，所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的每一个具有范围从约20 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 的脊高度。

[0015] 4. 根据方案1所述的焊接电极，其特征在于，所述第一圆形脊的脊高度和所述第二圆形脊的脊高度隔开约80 $\mu\text{m}$ 至约1500 $\mu\text{m}$ ，并且所述第二圆形脊的脊高度和所述第三圆形脊的脊高度隔开约80 $\mu\text{m}$ 至约1500 $\mu\text{m}$ 。

[0016] 5. 根据方案1所述的焊接电极，其特征在于，所述焊面还包括从所述焊面的基表面向外突出的一至七个附加圆形脊。

[0017] 6. 根据方案1所述的焊接电极，其特征在于，所述焊面的中心在所述焊面的圆周上方被升高的高度范围从所述焊面的圆周的直径的约2%至约8%。

[0018] 7. 一种实施电阻点焊的方法，所述方法包括：

[0019] 提供包括焊面的第一焊接电极，所述焊面具有圆周和中心，所述焊面的中心在所述焊面的圆周上方被升高至所述焊面的圆周的直径的约0.5%至约15%的高度，所述焊面还包括从所述焊面的基表面向外突出的多个圆形脊，所述多个圆形脊中的每一个具有闭合的圆周并且是变钝的；

[0020] 使所述铝合金工件的可接近外表面与所述第一焊接电极的焊面接触，使得所述多个圆形脊中的至少一个在所述基表面之前接触所述铝合金工件的可接近外表面；

[0021] 在所述第一焊接电极的焊面和第二焊接电极的焊面之间传递焊接电流，所述第二焊接电极的焊面与另一个铝合金工件的可接近外表面相接合，所述另一个铝合金工件与所述第一铝合金工件重叠以在所述两个工件之间提供接合界面，所述焊接电流引起在所述接合界面处的单个熔融焊池，所述单个熔融焊池增长并且穿入到所述第一铝合金工件和第二铝合金工件中的每一个中；以及

[0022] 停止焊接电流在所述第一焊接电极的焊面和所述第二焊接电极的焊面之间的通过以允许所述熔融焊池固化成焊核。

[0023] 8. 根据方案7所述的方法,其特征在于,所述多个脊包括围绕所述焊面的中心的第一圆形脊、从所述第一圆形脊径向向外隔开的第二圆形脊、和从所述第二圆形脊径向向外隔开的第三圆形脊。

[0024] 9. 根据方案8所述的方法,其特征在于,所述第一圆形脊、第二圆形脊、和第三圆形脊中的每一个具有从约20 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 的脊高度。

[0025] 10. 根据方案8所述的方法,其特征在于,所述焊面的基表面包括位于所述第一圆形脊内的中心基表面部、位于所述第一圆形脊和所述第二圆形脊之间的第一中间基表面部、位于所述第二圆形脊和所述第三圆形脊之间的第二中间基表面部、和位于所述多个圆形脊的径向外侧的周边基表面部,并且其中,所述中心基表面部、第一中间基表面部、第二中间基表面部、或周边基表面部中的至少一个当在截面上被观察时是平面的。

[0026] 11. 根据方案10所述的方法,其特征在于,所述中心基表面部当在截面上被观察时是平面的。

[0027] 12. 根据方案10所述的方法,其特征在于,所述中心基表面部是凸形的,并且所述第一中间基表面部、第二中间基表面部、或周边基表面部中的至少一个当在截面上被观察时是平面的。

[0028] 13. 根据方案7所述的方法,其特征在于,所述焊面还包括从所述焊面的基表面向外突出的一至七个附加圆形脊。

[0029] 14. 根据方案13所述的方法,其特征在于,所述焊面的基表面包括位于所述第一圆形脊内的中心基表面、位于各对相邻的圆形脊之间的中间基表面部、和在所述多个圆形脊的径向外侧的周边基表面部,并且其中,所述中心基表面部、所述中间基表面部、或所述周边基表面部中的至少一个当在截面上被观察时是平面的。

[0030] 15. 根据方案14所述的方法,其特征在于,所述多个圆形脊中的每一个具有范围从约20 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 的脊高度,并且其中,所述多个脊中的每一个的脊高度与任意其它脊的脊高度间隔约80 $\mu\text{m}$ 至约1500 $\mu\text{m}$ 。

## 附图说明

[0031] 图1是适于形成工件堆中的电阻点焊的焊枪的总体侧视图;

[0032] 图2是焊接电极的总体透视图;

[0033] 图3是根据一个实施例的焊接电极的焊面的截面图;

[0034] 图3A是根据一个实施例的焊接电极的焊面的放大局部截面图;

[0035] 图3B是根据另一个实施例的焊接电极的焊面的放大局部截面图;

[0036] 图4是根据另一个实施例的焊接电极的焊面的截面图;

[0037] 图5是根据又一个实施例的焊接电极的焊面的截面图;

[0038] 图6是根据再一个实施例的焊接电极的焊面的截面图;以及

[0039] 图7是接合在一对重叠铝合金工件的电阻点焊中的一对焊接电极的放大截面图。

## 具体实施方式

[0040] 图1示出可用于电阻点焊在焊接位置16处的第一铝合金工件12和第二铝合金工件14的焊枪10。第一和第二铝合金工件12、14由诸如铝镁合金、铝硅合金、或铝镁硅合金的铝合金构成,并且可在任何位置从约0.5mm至约6.0mm厚。铝合金工件的特定示例是1.0mm厚5754-0铝合金。但是其它铝合金和特定工件厚度是可能的。出于该原因,如本文中所使用的术语“工件”是指广泛地包含片金属层、突起部、铸件、和可电阻点焊的其它铝合金件。

[0041] 焊枪10通常是较大的自动化焊接操作的一部分,并且包括机械和电气地构造以反复地形成点焊的第一枪臂18和第二枪臂20,如本领域中很好理解的。第一枪臂18具有固持第一铜合金焊接电极24的第一电极保持器22,并且同样地,第二枪臂20具有固持第二铜合金焊接电极28的第二电极保持器26。焊枪臂18、20在点焊期间被操作以抵靠重叠铝合金件12、14的相反地面对的第一和第二可接近外表面30、32夹紧它们的相应焊接电极24、28。第一和第二焊接电极24、28抵靠它们相应的工件表面30、32被夹紧成彼此相反地对准,使得在它们之间交换的电流可集中热量并且在预期的焊接位置16处形成点焊。虽然第一焊接电极24在剩余的图中描绘并且出于说明性目的在该描述中随后被引用,但是应领会,若需要,图和描述也可等同于适用于第二焊接电极28。

[0042] 现在参照图2-3,第一焊接电极24具有大体圆柱状主体34,其在一端38处限定可接近的中空凹槽36以便插入和附接第一电极保持器22。主体34的另一端40具有圆周42,该圆周42的直径44的范围可从约10mm至约22mm。第一焊接电极还包括在点焊期间物理地接触第一铝合金工件12的可接近外表面30的穹顶焊面46。焊面46优选地具有圆周48,该圆周48从主体34的圆周42向上移位,并且位于主体34的圆周42的假想轴向圆柱形延伸部50内,且两个圆周42、48如所示出的是平行的或偏移的,使得焊面46的圆周48相对于主体34的圆周42是倾斜的。焊面46的圆周48的直径52的范围通常从约5.5mm至约18mm,或更优选地,从约7mm至约12mm。

[0043] 焊面46还包括中心54,该中心54在焊面46的圆周上方升高至焊面圆周48的直径52的约0.5%至约15%的高度56。但是,优选地,该高度56的范围从焊面圆周48的直径52的约2%至约8%,如由下列示例所示:(1)约7mm的焊面直径52和约0.15mm的焊面高度56[高度56为直径52的约2.2%];和(2)12mm的焊面直径52和约0.92mm的焊面高度[高度56为直径52的约7.7%]。除了主体34和焊面46之外,第一焊接电极24还可包括从主体34的圆周42过渡到焊缝46的圆周48的过渡区域58。该过渡区域58在形状上可为截头圆锥,如所示的,或它可具有一些其它适当的形状。然而,在一些应用中,主体34的圆周42和焊面46的圆周48是一致的。这样的电极通常称为“全面(full-face)电极”。

[0044] 焊面46包括基表面60和从基表面60向外突出的多个圆形脊(ridge)62。基表面60是焊面46的名义面,并且占据焊面46的表面面积50%或以上,优选地在约50%和80%之间,且剩余的表面面积归属于圆形脊62。基表面60可构造成具有期望的形状或为焊面46提供其整体穹顶形状的的形状的组合。取决于一些因素,包括可能需要定期被实践的任意需要的焊面重新修整程序的复杂性,基表面60的位于所述多个圆形脊62的径向外侧或在所述圆形脊62之间的部分可为弯曲的或平面的。

[0045] 如所示出的,例如,焊面46可包括优选地在所有方向上等距地围绕其中心54的第一圆形脊64。焊面46可以进一步包括与第一圆形脊64径向向外隔开的第二圆形脊66和与第二圆形脊66径向向外隔开的第三圆形脊68。第一圆形脊64、第二圆形脊66、和第三圆形脊68

各自具有闭合的圆周；也就是，圆形脊64、66、68的圆周在截面形状上是大体恒定的并且不被显著的缺口或其它间断点打断。类似结构的附加圆形脊62(但是在此处未示出)也可与第三圆形脊68径向向外隔开。第一、第二、和第三圆形脊64、66、68的下列论述因此也适用于可能存在的任意附加圆形脊62。若需要，从一个至七个附加圆形脊62可被包括在焊面46上的任何位置。

[0046] 第一、第二、和第三圆形脊64、66、68(和任意其它圆形脊,如果存在)均是变钝的。这意味着圆形脊64、66、68不包括任意锐利边缘。这样的变钝的圆形脊在此处被利用以在焊面46在点焊期间与工件面30形成接触时将在第一铝合金工件12的可接近的外表面30上存在的表面氧化物层横向地拉伸和断裂--与将其刺穿相反。成为变钝的,比如,圆形脊64、66、68中的一个或多个可具有包括圆化的顶表面70的截面,如图3A中所示。在另一个实施例中,圆形脊64、66、68中的一个或多个可具有包括由圆角式周边边缘74接近平坦顶表面72的截面,如图3B中所示。为第一、第二、和第三圆形脊64、66、68提供变钝的轮廓的其它截面当然是允许的,尽管在图中未明确地示出。

[0047] 可改变第一、第二、和第三圆形脊64、66、68的尺寸和间距以满足某些处理考虑。这些处理考虑包括但不限于圆形脊64、66、68穿入到第一铝合金工件12中的深度、在焊面46和第一铝合金工件12之间良好的机械和电接触的建立、所形成的焊核的质量、和焊面46可被重新修整的简易性。如图3-3B中所示,第一、第二、和第三圆形脊64、66、68中的每一个具有在基表面60的上方延伸的脊高度640、660、680—当在截面上被观察时在脊64、66、68的中点处截取的。各圆形脊64、66、68的脊高度640、660、680的范围优选地从约20 $\mu\text{m}$ 至约200 $\mu\text{m}$ 。而且,脊64、66、68在它们的脊高度640、660、680之间的间距范围(峰到峰间距测量)优选地从约80 $\mu\text{m}$ 至约1500 $\mu\text{m}$ 。

[0048] 现在参照图3-6,焊面46的基表面60优选地包括一个或多个平面表面。如在本公开中所使用的“平面表面”是大体平坦表面,其凸曲率半径当在截面上被观察时不小于200 mm。在图3中,例如,基表面60包括位于第一圆形脊64内的中心平面基表面部76。中心平面基表面部76在第一圆形脊64的脊高度640的下方隔开至少40%并且优选地以焊面46的中心54为中心。图3中的焊面实施例进一步包括:位于第一和第二圆形脊64、66之间的第一中间基表面部78;位于第二和第三圆形脊66、68之间的第二中间基表面部80;以及,位于第三圆形脊68的径向外侧的周边基表面部82。第一中间基表面部78、第二中间基表面部80、和周边基表面部82均是凸弯曲的,如所示出的,以为基表面60提供范围从约20 mm至约40 mm的从焊面46的圆周48到第一圆形脊64的曲率半径。

[0049] 在另一个实施例中,如图4中所示,基表面60包括位于第一圆形脊64内的中心球形基表面部84。中心球形基表面部84在第一圆形脊64的脊高度640的下方隔开至少40%并且具有范围从约20 mm至约40 mm的曲率半径。优选地,它也以焊面46的中心54为中心。图4中的焊面实施例进一步包括:位于第一和第二圆形脊64、66之间的第一中间基表面部86;位于第二和第三圆形脊66、68之间的第二中间基表面部88;以及,位于第三圆形脊68的径向外侧的周边基表面部90。第一中间基表面部86、第二中间基表面部88、和周边基表面部90均是平面。并且那些表面部86、88、90中的一个或多个相对于与焊面46的圆周48相交的平面92以高达约45°的角度倾斜,如在图4中示出它们,或那些表面部86、88、90中的一个或多个可平行于焊面46的圆周48。



[0050] 在又一个实施例中,如图5中所示,基表面60包括位于第一圆形脊64内的中心平面基表面部94。与之前类似,中心平面基表面部94在第一圆形脊64的脊高度640的下方隔开至少40%并且优选地以焊面46的中心54为中心。图5中的焊面实施例进一步包括:位于第一和第二圆形脊64、66之间的第一中间基表面部96;位于第二和第三圆形脊66、68之间的第二中间基表面部98;以及,位于第三圆形脊68的径向外侧的周边基表面部100。在此处,第一中间基表面部96和周边基表面部100均以范围从约20 mm至约40 mm的曲率半径凸弯曲,而第二中间基表面部98是平面并且相对于与焊面46的圆周48相交的平面92以高达约45°的角度倾斜。

[0051] 在又一个实施例中,如图6中所示,焊面46包括从基表面60向外突出的两个附加圆形脊62:与第三圆形脊68径向向外隔开的第四圆形脊102和与第四圆形脊102径向向外隔开的第五圆形脊104。此处所示的基表面60包括平面中心基表面部106—类似于先前在图3和图5中描述的那些—位于第一圆形脊64内。图6中的焊面实施例进一步包括:位于第一和第二圆形脊64、66之间的第一中间基表面部108;位于第二和第三圆形脊66、68之间的第二中间基表面部110;位于第三和第四圆形脊68、102之间的第三中间基表面部112;位于第四和第五圆形脊102、104之间的第四中间基表面部114;位于第五圆形脊104的径向外侧的周边基表面部116。这些基表面部108、110、112、114、116中的每一个可以范围从约20 mm至约40 mm的曲率半径凸弯曲,如图6中示出它们,或如较早所描述的那样可为平面的或倾斜的。

[0052] 如上文所描述的第一焊接电极24可结合第二焊接电极28使用以对包括与第二铝合金工件14重叠以形成接合界面122的第一铝合金工件12的工件堆120进行电阻点焊,如在图7中大体描绘的。如较早所指出的,第一铝合金工件12和第二铝合金工件14中的每一个在其可接近的外表面30、32处通常包括覆在更加导电的大块铝合金材料上的氧化物层124、126(在图7中未按比例绘制)。这些表面氧化物层124、126通常为约0.03 $\mu\text{m}$ 至约0.07 $\mu\text{m}$ 厚。第一焊接电极24的焊面46被设计成使这样的氧化物层断裂并且破裂,使得电流可更加有效地通过铝合金工件12、14与第二焊接电极28的焊面交换。虽然下列论述专注于在点焊过程期间第一焊接电极24的焊面46的功能,但应理解,第二焊接电极28可具有与第一焊接电极24的焊面构造相同的焊面构造,并且因此实现相同的功能,虽然未在图7中特别地描绘。

[0053] 一开始,将工件堆120定位在第一和第二焊接电极24、28之间,使得在预期的焊接位置16处,电极24、28大体彼此相反地对准。工件堆120可被带至这样的位置,当枪臂18、20是固定的台座式焊机的部分时情况常常如此,或枪臂18、20可机械地移动以将电极24、28相对于焊接位置16定位。一旦工件堆120被适当地定位,第一和第二枪臂18、20靠拢以抵靠第一和第二铝合金工件12、14的相反地面对的可接近外表面30、32夹紧第一和第二焊接电极24、28的焊面。各焊面形成接触块,且其相应的工件12、14在焊接位置16。并且传给第一焊接电极24的夹紧力使得存在其焊面46上的圆形脊62中的一个或多个与氧化物层124形成加压接触。该类型的钝接合(blunt engagement)导致氧化物层124横向地拉伸并且开始环绕焊面46断裂,这允许第一焊接电极24和第一铝合金工件12之间的更好的金属到金属接触。

[0054] 焊接电流于是在第一和第二焊接电极24、28的焊面之间通过并且通过铝合金工件12、14。通过金属工件12、14并且横跨它们的接合界面122的焊接电流的集中流的电阻在焊接位置16内的接合界面122处产生热量。该热量引发在接合界面122处增长并且穿入到各铝合金工件12、14中的单个熔融焊池。在焊接电流的中断之后,熔融焊池固化成焊核128。第一

和第二焊接电极24、28然后从它们所接合的铝合金工件12、14的可接近外表面30、32缩回。接着,工件堆120在不同的焊接位置16在第一和第二焊接电极24、28之间重定位,或它移动使得可对另一个工件堆120定位以便点焊。然后,以同样的方式形成更多点焊。

[0055] 在点焊过程期间,第一焊接电极24的焊面46接触并且施加到第一铝合金工件12的可接近外表面30中。它还与第二焊接电极28的焊面交换电流以形成焊核128。在焊面46上的圆形脊62为第一焊接电极24提供一些有用的能力。这些能力包括焊接电极24在点焊过程期间的更大的机械稳定性、焊面46和铝合金工件12的可接近外表面30之间交界面处的减小的电阻、焊接电极24和铝合金工件12之间的改进的热流、表面熔融金属排出(expulsion)的实质性消除、使用与传统上用于点焊铝合金工件相比较尖的焊面的能力(这进而提供改进的过程稳健性)、和产生并维持向外突出的圆形脊62的简易性。

[0056] 关于机械稳定性,圆形脊62的顶部在与基表面60建立接触之前在点焊期间接触并施加到铝合金工件12的可接近外表面30中。该引导脊接触导致在脊62处增强的接触压力,从而使氧化物层124和在下面的大块铝合金变形和拉伸。以这种方式将圆形脊62嵌入到可接近外表面30中将焊接电极24机械地稳定或“键入”在适当的位置,这会是相当有用的。比如,在铝合金工件12以30000至40000安培或以上的点焊期间,枪臂18上的横向滑动力可超过一百磅。在焊面46上不存在圆形脊62的情况下,该横向滑动力更加可能促使焊接电极24向侧向移动或滑动,并且因此,中断形成焊核128的过程。

[0057] 除了机械地稳定焊接电极24之外,将圆形脊62挤压到可接近外表面30中使外表面30在突出圆形脊62上拉伸并且产生悬挂点,因而围困在脊62之间的工件材料在接触基表面60之前拉伸。当电阻点焊铝合金工件12时,例如,使在脊62处和在脊62之间的可接近外表面30拉伸的该作用打破存在于外表面30处的脆弱的氧化物层124以在焊面46(总体上)和工件12的大块铝合金之间提供良好的电和热接触。焊面46和铝合金工件12之间的电和热接触的改进减小了在那两个结构的界面处产生的热量,这允许较尖的焊面46通过更高的电流密度,而没有不必要地加速铜铝合金污染材料在焊面46上的堆积。这导致对于诸如在覆盖工件之间存在间隙的焊接或电极相对于将被焊接的工件表倾斜的焊接的制造变量而言是更加稳健的焊接过程。

[0058] 圆形脊62也可显著地抑制外部熔融金属排出。在电阻点焊期间,比如,穹顶状的焊面46将缩进到铝合金工件12的可接近外表面30中以连续地创建更大的接触块。随着块增长,焊面46的更大的部分将与可接近外表面30相接触。由于圆形脊62在焊面46的基表面60上方突出,所以焊面46的接触离焊接中心最远的可接近外表面30的最外面的部分将通常是脊62(参见图7)。该外接触脊62充当在焊接期间可能喷射远离可接近外表面30的任何熔融金属的阻碍或阻挡。外部熔融金属排出的实质性消除提高焊接的感知质量并且有利于更佳的显示表面。

[0059] 最后,圆形脊62的修整(圆形脊62的初始形成)和重修整(圆形脊62的重新形成和污染物的移除)是相当容易的。由于圆形脊62具有封闭的圆周,所以可使用旋转切割刀片来切割并且改造焊面46上的脊62。这样的刀片的制造是相当简单的。例如,最初可将刀片磨成具有与穹顶状的焊面46相反的切割轮廓。然后,在对应于圆形脊62在焊面46上的位置的位置处,可将小凹槽机加工成刀片,使得可初始地实现刀片和焊面46之间的配准。在操作中,可使切割刀片与包括其向外突出圆形脊62和基表面60(例如,图3中的基表面部76、78、80和

82)的焊面46相接触,并且相对于焊接电极24旋转,无需从枪臂18移除电极24。对具有被定位成切割和修整圆形脊62的机加工凹槽的简单切割刀片的使用已经被发现持续数千次修整,而不损害焊面46的整体几何结构。

[0060] 对优选的示例性实施例和相关的示例的上文描述在性质上仅仅是叙述性的;它们不旨在限制随附权利要求的范围。在所附权利要求中所使用的每一个术语应被给予其一般和通常的意义,除非在说明书中特别且明白地相反陈述。

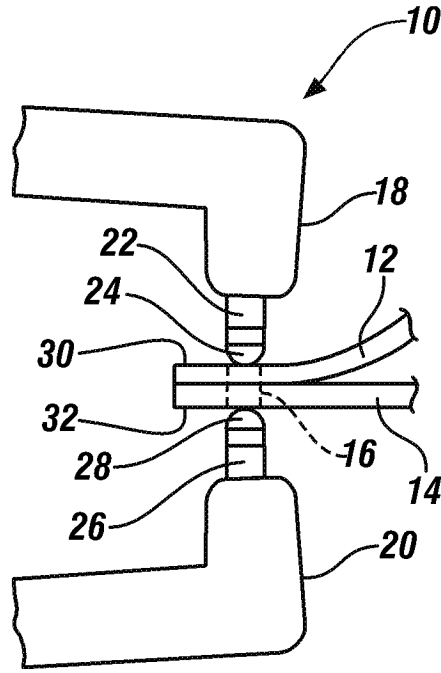


图 1

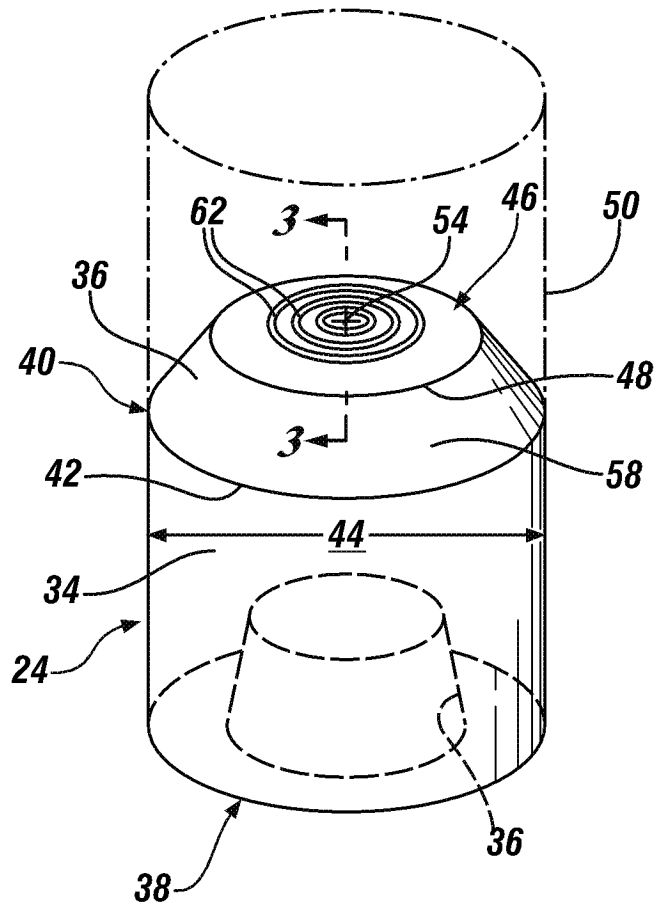


图 2

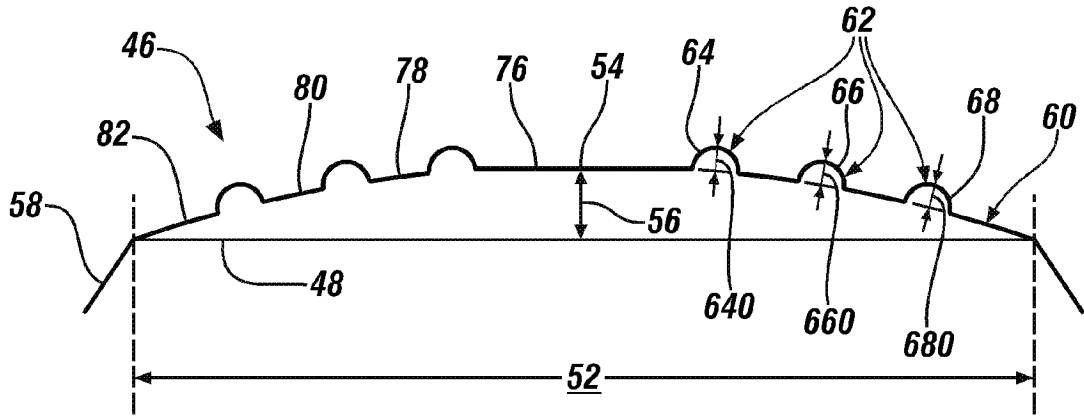


图 3

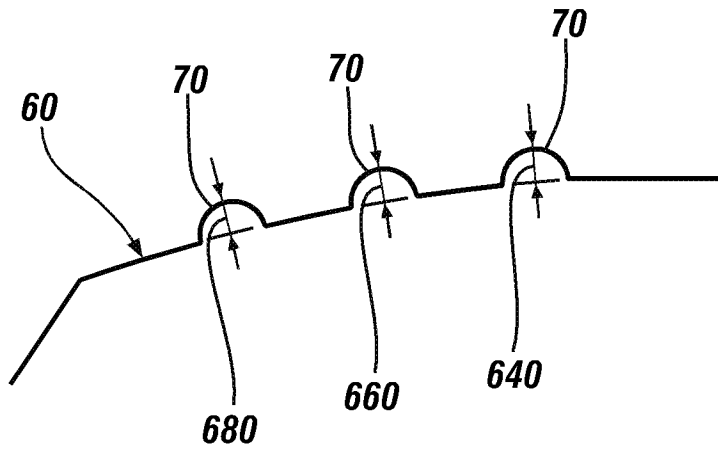


图 3A

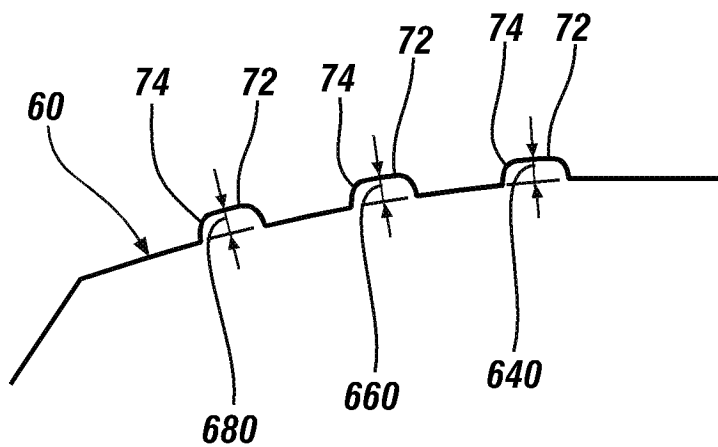


图 3B

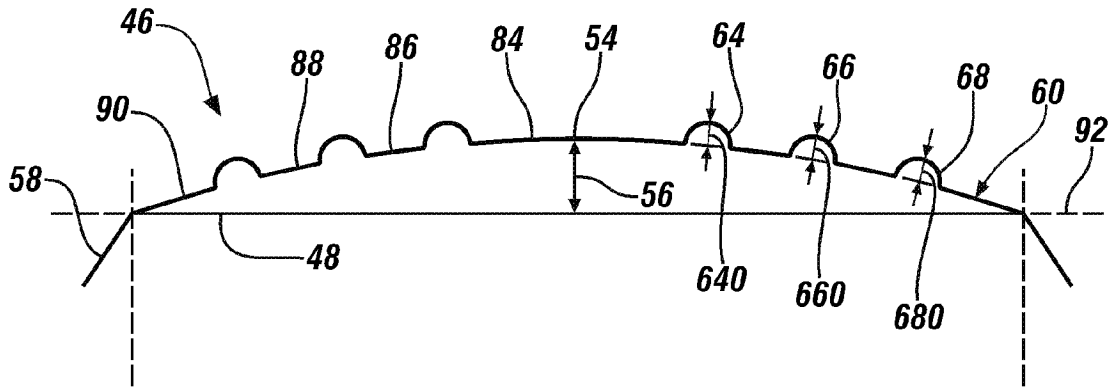


图 4

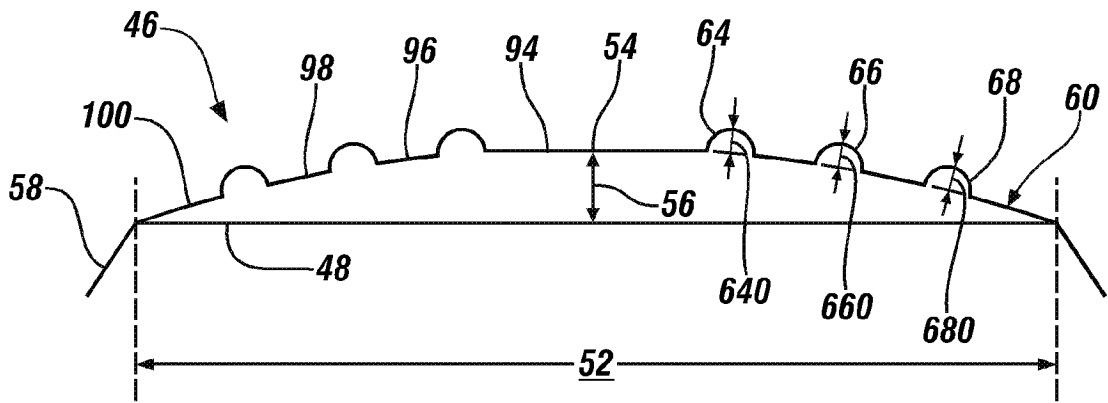


图 5

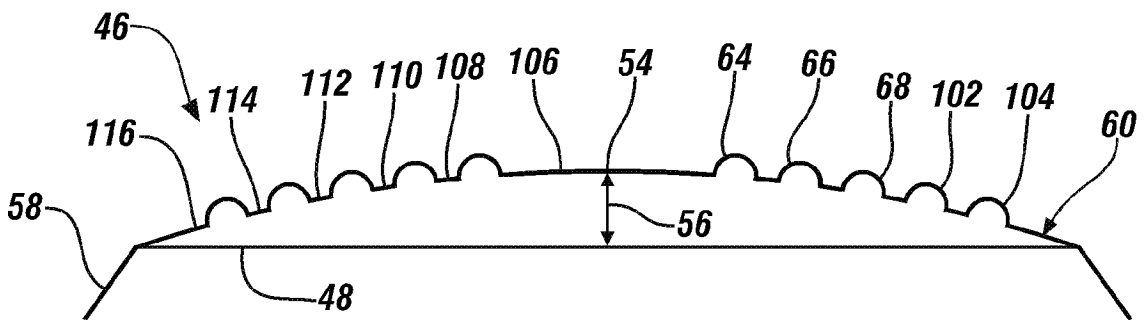


图 6

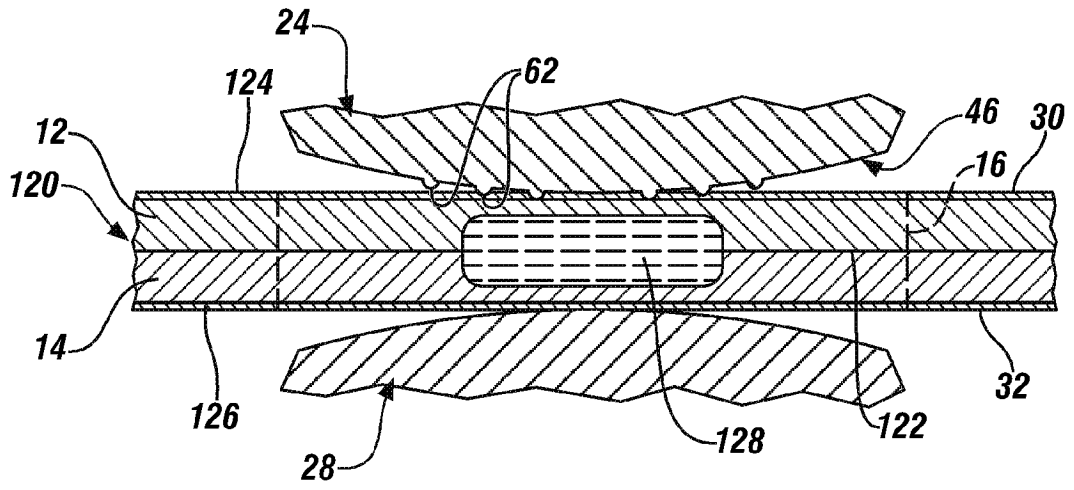


图 7