



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102728960 B

(45)授权公告日 2017.07.14

(21)申请号 201210114953.1

(22)申请日 2012.04.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102728960 A

(43)申请公布日 2012.10.17

(30)优先权数据

13/086114 2011.04.13 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 林德超 崔岩 B·L·托利森

D·施克 B·D·小约翰斯顿

S·C·科蒂林加姆

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 谭祐祥

(51)Int.Cl.

B23K 26/348(2014.01)

(56)对比文件

CN 101811231 A,2010.08.25,

US 2008257870 A1,2008.10.23,

CN 101992350 A,2011.03.30,

JP 2005040806 A,2005.02.17,

CN 1943959 A,2007.04.11,

CN 101670495 A,2010.03.17,

US 2007017906 A1,2007.01.25,

DE 19916831 A1,2000.10.19,

US 2008257870 A1,2008.10.23,

审查员 侯钊

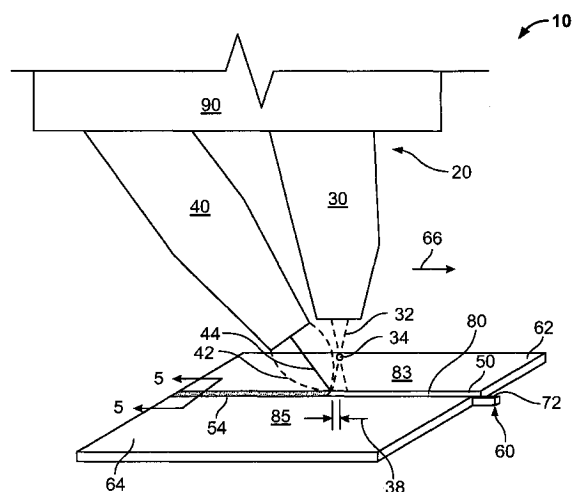
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

混合焊接设备和焊接的系统与方法

(57)摘要

本发明涉及混合焊接设备和焊接的系统与方法。提供了一种用于焊接具有大约3.0毫米的大间隙(50)的至少两个邻近的构件的、会产生全熔透焊缝(54)的混合焊接设备以及系统(10)和方法。焊接系统(10)包括具有散焦激光束(30)、电弧焊接机(40)的混合焊接机(20),以及在至少两个邻近的构件(62,64)中的一个或多个附近的至少一个桥接件(60)。散焦激光束(30)和电弧焊接机(40)布置成和设置成将能量引导到该至少两个邻近的构件(62,64)上,以产生能够促使提供全熔透焊缝(54)的公共熔池(52),以按高的恒定焊接速度桥接间隙(50),从而用焊缝(54)连结两个邻近的构件(62,64)。



1. 一种焊接至少两个邻近的构件 (62,64) 的方法,包括:
提供具有散焦激光器 (30) 和电弧焊接机 (40) 的混合焊接机 (20);
提供在其之间具有间隙 (50) 的所述两个邻近的构件 (62,64),所述间隙高达3.0毫米;
将桥接件 (60) 置于所述邻近的构件 (62,64) 中的一个或两者的附近;以及
用所述混合焊接机 (20) 将能量引导向所述邻近的构件 (62,64) 中的一个或两者,其中,
所述散焦激光器 (30) 和所述电弧焊接机 (40) 产生公共熔池 (52),所述散焦激光器 (30) 提供额外的能量以允许熔融材料 (53) 熔化至少一桥接件 (60) 提供全熔透焊缝 (54),而无通过桥接件 (60) 的焊缝的滴落,所述全熔透焊缝 (54) 以高的恒定焊接速度桥接所述间隙 (50)。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述散焦激光器 (30) 选自:Nd:YAG激光器、CO₂激光器、纤维激光器和盘形激光器。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述电弧焊接机 (40) 选自气体金属电弧焊接机、带焊剂芯的电弧焊接机和等离子电弧焊接机。
4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述气体金属电弧焊接机选自气体钨电弧焊接机。
5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,使用多个散焦激光器 (30) 和多个电弧焊接机 (40) 来桥接所述间隙 (50)。
6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,以单个行程或多个行程来执行所述方法。
7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,在没有背垫板的情况下执行所述方法。
8. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述桥接件 (60) 大小设置成填充所述间隙 (50)。
9. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述至少一个桥接件 (60) 是填隙片 (72)、焊丝 (70),并且所述桥接件 (60) 大小设置成填充所述间隙 (50)。
10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述填隙片选自堆迭填隙片,所述焊丝选自堆迭焊丝。
11. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述高的恒定焊接速度为760毫米每分钟至3050毫米每分钟。

混合焊接设备和焊接的系统与方法

技术领域

[0001] 本发明大体涉及燃气轮机技术,并且具体而言,涉及用于连结具有大间隙的构件的混合焊接设备以及混合焊接系统和方法,大间隙包括在大小上高达大约三毫米的间隙。

背景技术

[0002] 接头中存在的间隙是影响人工和自动化焊接工艺的问题。在人工焊接的情况下,焊接员可直观地改变焊接参数,从而导致有良好的焊缝。自动化焊接不具有人工焊接的柔性。为了在自动化焊接中实现良好的焊缝,使用自适应控制,自适应控制实施起来常常是困难和麻烦的。目前在自动化焊接中采用的方法包括麻烦的程序和摄像机,以允许自适应控制努力解决接头间隙问题。

[0003] 使用自动化的高功率密度激光(或电子)束焊接,难以桥接大于1.5毫米的较大的间隙。使用自适应控制来减慢焊接速度和增大填料金属输送速率不会提供足够的间隙桥接。设法使用传统的焊接技术来填充较大的间隙会导致有不稳定的焊池,这可导致在被连结的构件之间有吹透孔,缺乏焊透,或缺乏熔接。

[0004] 用来桥接间隙的有限的解决方案是使用填隙片,以在焊接之前在物理上填充间隙,以及使用聚焦激光束或电子束来熔化填隙片。一般而言,这个对填隙片聚焦激光束/电子束(EB)的方法仅桥接小于1毫米的小间隙。

[0005] 一般而言,对于具有可变的间隙的接头,使用传统的焊接工艺难以保证产生的焊缝的焊接质量。虽然认识到具有自耗电极的电弧焊接机(例如气体金属电弧焊接机(GMAW))可实现需要的材料淀积,但是GMAW不能深入到材料中,因为其功率密度较低。所以,虽然GMAW可桥接较大的间隙,但是问题在于缺乏焊透和在接头中可能不会发生熔接。

[0006] 因此,不会遭受以上缺点的混合焊接设备、混合焊接系统和焊接的方法在本领域中是合乎需要的。

发明内容

[0007] 根据本公开的一个示例性实施例,提供了一种混合焊接系统。该混合焊接系统包括具有散焦激光器和电弧焊接机的混合焊接机。混合焊接系统还包括待焊接的至少两个邻近的构件,该至少两个邻近的构件在它们之间具有间隙。混合焊接系统进一步包括至少一个桥接件,其中,该至少一个桥接件在该至少两个邻近的构件中的一个或多个的附近。混合焊接系统的散焦激光器和电弧焊接机布置成和设置成将能量引导向该至少两个邻近的构件,以产生公共熔池。该公共熔池能够促使提供全熔透焊缝,以按高的恒定焊接速度桥接间隙。

[0008] 根据本公开的另一个示例性实施例,提供了一种用于焊接至少两个邻近的构件的方法。该方法包括提供具有散焦激光器和电弧焊接机的混合焊接机。该方法包括提供在其之间具有间隙的两个邻近的构件。该方法包括将桥接件置于邻近的构件中的一个或两者的附近。该方法进一步包括用混合焊接机将能量引导向邻近的构件中的一个或两者,其中,散

焦激光器和电弧焊接机产生公共熔池。该公共熔池能够促使提供全熔透焊缝,该全熔透焊缝以高的恒定焊接速度桥接间隙。

[0009] 根据本公开的另一个示例性实施例,提供了一种包括散焦激光器和电弧焊接机的混合焊接设备。散焦激光器和电弧焊接机布置成和设置成将能量引导向在其之间具有间隙的至少两个邻近的构件。被引导的能量会产生能够促使提供全熔透焊缝的公共熔池,以按高的恒定焊接速度桥接间隙。

[0010] 根据结合附图得到的优选实施例的以下较详细的描述,本公开的其它特征和优点将是显而易见的,附图以实例的方式示出了本公开的原理。

附图说明

[0011] 图1是本公开的混合焊接系统的示意图的透视图。

[0012] 图2是本公开的混合焊接系统的散焦激光器的示意图。

[0013] 图3是混合焊接装备被移除的、本公开的混合焊接系统的俯视图。

[0014] 图4是本公开的混合焊接系统的散焦激光器和公共熔池的示意图。

[0015] 图5是由本公开的混合焊接系统产生的全熔透焊缝的沿着图1的线5-5的横截面图。

[0016] 图6是由本公开的混合焊接系统产生的全熔透焊缝的横截面。

[0017] 在任何可行的情况下,将在所有图中使用相同的参考标号来表示相同部件。

[0018] 部件列表

[0019] 10 混合焊接系统

[0020] 20 混合焊接机

[0021] 22 从激光头至工件的距离(“A”)

[0022] 24 从聚焦点至工件的距离(“B”)

[0023] 26 来自散焦激光器的能量(“C”)

[0024] 30 散焦激光器

[0025] 32 散焦激光束

[0026] 34 激光器的聚焦点

[0027] 38 焊丝至激光束的距离

[0028] 40 电弧焊接机

[0029] 42 焊接电弧

[0030] 44 自耗焊丝电极

[0031] 50 间隙(将具有不同类型的间隙)

[0032] 52 公共熔池

[0033] 53 熔融材料

[0034] 54 全熔透焊缝

[0035] 60 桥接件

[0036] 62 第一构件

[0037] 63 第一构件的熔化(在熔池中)第一构件的表面的部分

[0038] 64 第二构件

[0039]	65	第二构件的熔化(在熔池中)第二构件的表面的部分
[0040]	66	焊接方向
[0041]	70	焊丝
[0042]	72	填隙片
[0043]	74	顶部焊道
[0044]	76	底部焊道
[0045]	78	激光头
[0046]	80	接头
[0047]	83	第一构件的顶部
[0048]	85	第二构件的顶部
[0049]	90	安装件

具体实施方式

[0050] 提供了一种不会遭受现有技术中的缺点的混合焊接设备、混合焊接系统和焊接的方法,并且提供了一种用以按高的恒定焊接速度桥接高达大约3.0毫米的间隙的全熔透焊缝。

[0051] 图1示意性地示出了包括本公开的混合焊接机20的混合焊接系统10。混合焊接机20包括散焦激光器30和电弧焊接机40。在一个实施例中,散焦激光器30和电弧焊接机40布置成和设置成将能量引导向至少两个邻近的工件或构件62和64。两个邻近的构件62和64在它们之间具有间隙50。间隙50由于关于部件组装、加工、夹持和/或其它原因的问题而产生。在另一个实施例中,构件62和64对准而产生间隙50。在一个实施例中,将桥接件60置于构件62和64之间的间隙50中,以在构件62和64之间产生接头80(参见图4)。桥接件60为例如(但不限于)任何焊丝70(参见图4)、填隙片72(参见图3)或充分配合到间隙50中且大体在待焊接的构件62和64附近或碰到它们的其它填料材料。在另一个实施例中,桥接件60是例如(但不限于)堆迭焊丝、堆迭填隙片或它们的组合。在一个实施例中,填隙片72的高度小于构件62和64的高度。在另一个实施例中,填隙片高度等于或大于构件62和64的高度。

[0052] 参照图3和4,来自散焦激光器30和电弧焊接机40的组合能量被引导向构件62和64和间隙50,以产生公共熔池52。公共熔池52促使提供全熔透焊缝54,以按高的恒定焊接速度桥接构件62和64之间的间隙50。如所使用的那样,“公共熔池”52指的是由电弧焊接机40的焊接电弧42产生的熔融材料53,熔融材料53包括构件边缘63和65的一部分和自耗焊丝电极44(如果存在的话),这个熔融材料53进一步被散焦混合激光器30施加能量,从而导致熔融材料53熔透得较深,以包括桥接件60来形成公共熔池52。来自桥接件60的金属变得熔化,并且与其它熔融材料53相互混合而形成公共熔池52。来自公共熔池52的相互混合的熔融材料在冷却之后连结,以形成一个连续的零件或连结构件62和64的焊缝54(参见图5)。

[0053] 在一个实施例中,散焦激光器30和电弧焊接机是自动化的。在一个实施例中,散焦激光器30和电弧焊接机40安装在单独的位置上,或者安装在单个安装件90上,参见图1。安装件90以适于焊接的速率移动,诸如,例如介于大约762毫米每分钟(30英寸每分钟)至大约3048毫米每分钟(120英寸每分钟)之间,或者备选地介于大约1016毫米每分钟(40英寸每分钟)至大约2286毫米每分钟(90英寸每分钟)之间,或者备选地介于大约1270毫米每分钟(50

英寸每分钟)至大约2032毫米每分钟(80英寸每分钟)之间,以在构件62和64之间实现全熔透焊缝54。

[0054] 在一个实施例中,散焦激光器30沿焊接方向66在电弧焊接机40前面。如图1和3中所显示的那样,在散焦激光束32和电弧焊接机40的自耗焊丝电极44之间的距离38介于大约2.5毫米至大约12毫米之间,或者备选地介于大约3.0毫米至大约8.0毫米之间,或者备选地介于大约3.5毫米至大约6.0毫米之间,以使两种热源获得充分的相互作用而产生稳定的公共熔池52。2.5毫米以下的距离38会导致散焦激光束32接触电弧焊接机40的电极44,这会引起熔融材料溅射和有不稳定的焊接电弧42。大于12毫米的距离38不允许散焦激光束32和焊接电弧44有充分的相互作用来产生期望的公共熔池52。

[0055] 在一个实施例中,散焦激光器30在焊接方向66上在电弧焊接机40的后面。在散焦激光束32和电弧焊接机40的自耗焊丝电极44之间的距离38介于大约2.5毫米至大约12毫米之间,以使两种热源获得充分的相互作用而产生稳定的公共熔池52。

[0056] 在一个实施例中,电弧焊接机40选自包括自耗电电极的焊接机(例如(但不限于)气体金属电弧焊接机(GMAW)、带焊剂芯的电弧焊接机(FCAW))和具有带有焊丝进给的非自耗电电极的焊接机(例如(但不限于)带有焊丝进给的气体钨电弧焊接机(GTAW)和带有焊丝进给的等离子电弧焊接机(PAW))。在一般的运行中,在有或没有散焦激光器30的情况下,电弧焊接机40的焊接电弧42和自耗焊丝电极44会熔化构件62和64的边缘63和65的一部分而形成熔融材料53。增加散焦激光器30会对熔融材料53提供额外的能量,以允许进行进一步的熔透,以及熔化桥接件60而形成公共熔池52。在一个实施例中,电弧焊接机40还可发出保护气体,以在焊接期间保护焊缝。

[0057] 在一个实施例中,散焦激光器30选自Nd:YAG激光器、CO₂激光器、纤维激光器和盘形激光器。在一个实施例中,散焦激光器30是高密度功率激光器。散焦激光器30具有散焦激光束32。如图2中所显示的那样,散焦的高密度激光器30具有正散焦激光束32。“正散焦”光束指的是激光器30的聚焦点34在待连结的构件62和64的表面83和85的上方,使得来自散焦激光器30的其余的能量或散焦光束32被以较宽的方式向外引导向构件62和64的表面83和85或公共熔池52。不像聚焦激光束,正散焦光束32会提供较均匀地分散在距离“C”26上而非在构件62和64中的一个或多个的表面上的单个点处的能量。由于能量密度被引导到一个点,所以聚焦激光会在材料中造成小孔,从而导致熔融材料吹透焊缝的底部。在本实施例中,散焦激光束32有效地增大受加热或被施加能量的面积,并且允许在材料中有较深的熔透焊缝。散焦激光束32对由电弧焊接机40产生的熔融材料53添加能量和/或热量,以允许焊缝的进一步熔透以及熔化桥接件60,以产生公共熔池52。公共熔池52在构件62和64之间提供全熔透焊缝54(参见图5)。

[0058] 如图2中显示的那样,距离“A”22是从激光头78到构件62和64的顶表面83和85的距离。距离“A”22典型地由激光头的制造商限定。在一个实施例中,在激光头78和构件62和64的顶表面83和85之间的距离“A”22保持固定。在一个备选实施例中,在激光头78和构件62和64的顶表面83和85之间的距离“A”22是变化的。散焦距离“B”24是从激光聚焦点34到构件62和64的顶表面83和85的距离。散焦距离“B”24取决于待焊接的间隙50的大小而改变。对于较大的间隙,使用较大散焦距离“B”24,而对于较小的间隙,则使用较小的散焦距离“B”24。在一个实施例中,散焦距离“B”24为大约5毫米至大约15毫米,或者备选地大约8毫米至大约13

毫米,或者备选地大约10毫米至大约12毫米。

[0059] 如图4中显示的那样,由混合焊接机20(未全部显示)产生的公共熔池52包括熔融材料53和熔化的桥接件60。熔融材料53大体是来自电焊机40的电弧42熔化的自耗电极或焊丝44的淀积物和构件62和64的熔化表面63和65的一部分。以散焦激光束32的方式从散焦激光器30中提供的额外的能量通过有效地熔化熔融材料53而允许有较深且较宽的熔透焊缝,使得熔融材料53接触和熔化桥接件60,以形成公共熔池52。散焦激光束32提供额外的能量,以允许熔融材料53熔化桥接件60,以及形成公共熔池52,但是防止熄弧或有通过桥接件60的焊缝的滴落,以提供图5中显示的全熔透焊缝74。

[0060] 在一个备选实施例中,混合焊接系统10使用在构件62和64之间具有间隙50的桥接件60来焊接接头80。可使用混合焊接系统10来焊接的接头包括(但不限于)对接焊接接头、边缘焊接接头、T形焊接接头和角接焊接接头。

[0061] 待焊接的构件62和64选自诸含铁材料和非含铁材料的材料。含铁材料和非含铁材料的实例是(但不限于)超合金、软钢、高强度钢、不锈钢、钛、铝和它们的组合。桥接件60选自填隙片、堆迭填隙片、焊丝、堆迭焊丝或它们的组合。在一个实施例中,桥接件60选自类似于构件62和64材料的材料。在另一个实施例中,桥接件选自不同于构件62和64的材料。用于桥接件60的含铁材料和非含铁材料的实例是(但不限于)超合金、软钢、高强度钢、不锈钢、钛、铝和它们的组合。在一个实施例中,桥接件60大小设置成完全填充间隙50。在另一个实施例中,桥接件60大小设置成从构件62和64的底部开始填充间隙50(参见图4),而且不需要完全的填充(参见图4)。在一个实施例中,可使用本公开的混合焊接系统10来桥接大约3.0毫米的间隙,而不需要使用背垫板。

[0062] 提供了一种使用混合焊接系统10来焊接具有高达大约3.0毫米的间隙50的至少两个邻近的构件62和64的方法。具有散焦激光器30和电弧焊机40的混合焊接机20定位在待焊接的至少两个构件62和64的上方,或者待焊接的至少两个构件62和64定位在混合焊接机20的下方。该至少两个构件62和64对准,使得在该至少两个构件62和64之间存在高达大约3.0毫米的间隙50。接下来,将桥接件60置于对准的构件62和64中的一个或两者的附近。选择桥接件60的宽度,使得桥接件60大体与间隙50具有相同的宽度。桥接件60选自具有用以在至少两个构件62和64之间产生全熔透焊缝的期望属性的焊丝、堆迭焊丝、填隙片或堆迭填隙片。混合焊接机20用散焦激光器30将能量引导向对准的构件62和64中的一个或两者。在一个实施例中,散焦激光器30在前面位置上,后面是电弧焊机40。在另一个实施例中,电弧焊机40在前面,而散焦激光器30在后面。散焦激光器30和电弧焊机40产生能够促使提供全熔透焊缝54的公共熔池52,全熔透焊缝54使用单个行程以高的恒定焊接速度桥接间隙50。

[0063] 在一个备选实施例中,对于混合焊接机20,可使用不止一个行程来提供全熔透焊缝54。在另一个备选实施例中,用背垫板以高的恒定焊接速度执行焊接的方法,以获得具有期望质量的全熔透焊缝54。

[0064] 可在其中需要进行焊接的任何工艺中使用公开的混合焊接系统10、混合焊接机20和焊接的方法。可在使用焊接的所有行业(包括制造、再制造和修理应用)中使用公开的混合焊接系统10、混合焊接机20和焊接的方法。

[0065] 本公开的一个实施例的一个优点包括容许有高的恒定焊接速度的方法和设备。

[0066] 本公开的一个实施例的另一个优点在于对于较薄的材料有较快速的焊接速度。

[0067] 本公开的一个实施例的另一个优点在于进行自动化焊接,而不需要自适应控制。

[0068] 本公开的一个实施例的又一个优点在于对于待焊接的构件中的不均匀的间隙和失配有高的恒定焊接速度。

[0069] 本公开的一个实施例的另一个优点在于,对于在大小上高达大约3毫米的间隙实现全熔透焊缝。

[0070] 本公开的一个实施例的另一个优点在于,对于在大小上高达大约3毫米的不均匀的间隙实现全熔透焊缝。

[0071] 实例

[0072] 使用包括散焦的高密度激光器30和电弧焊接机40的混合焊接系统10来焊接两个3毫米厚的不锈钢板。测量桥接在3毫米厚的不锈钢板之间的间隙50,并且该间隙50为大约2.34毫米。散焦的高密度激光器30在电弧焊接机40前面而产生公共熔池52,这会在两个不锈钢板之间产生全熔透焊缝52。所使用的激光器为具有3kW的激光功率的灯泵ND:YAG激光器。电弧焊接机40是设定在26伏和450英寸每分钟的焊丝进给速度的GMAW。散焦的高密度激光器30的中心和电弧焊接机40之间的间距为大约2.5毫米。混合焊接系统20以大约1.524米每分钟(60英寸每分钟)的高恒定焊接速度运行。在焊缝获许冷却之后,直观的检查确认在焊接的板或构件的前侧和后侧两者上有均匀的焊道。图6是使用本公开的混合焊接系统10所获得的全熔透焊缝54的横截面。焊缝54包括顶部焊道74和底部焊道76。

[0073] 虽然参照优选实施例对本发明进行了描述,但本领域技术人员将理解,可在不偏离本发明的范围的情况下做出各种改变,而且等效物可代替本发明的元件。另外,可在不偏离本发明的实质范围的情况下作出许多改良,以使具体情况或材料适于本发明的教导。因此,意图的是本发明不限于被公开为为了执行本发明而构想的最佳模式的特定实施例,相反,本发明将包括落在所附权利要求的范围内的所有实施例。

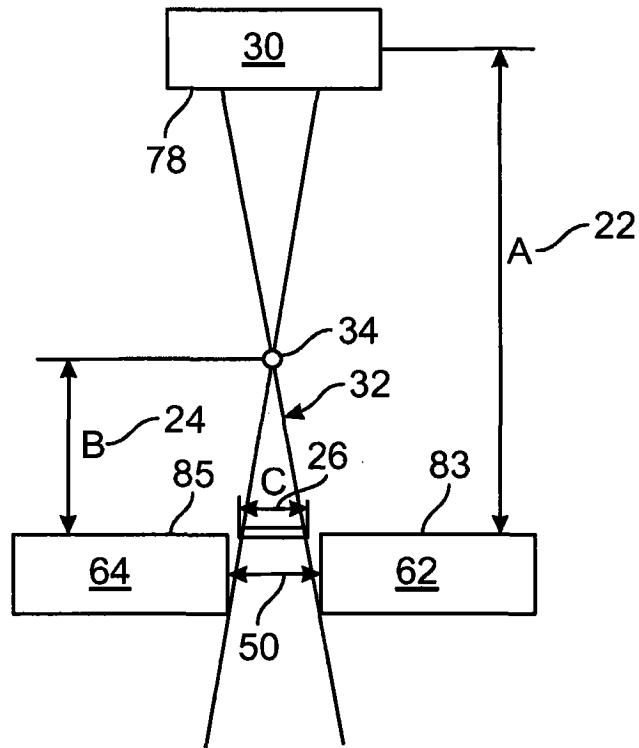


图2

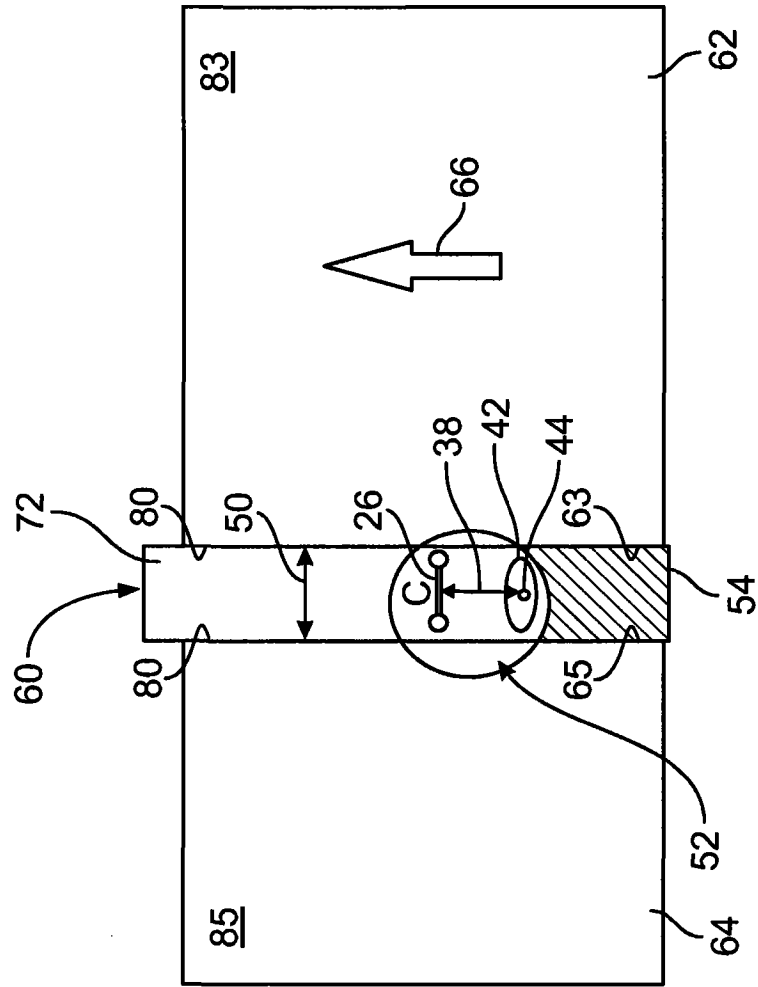


图3

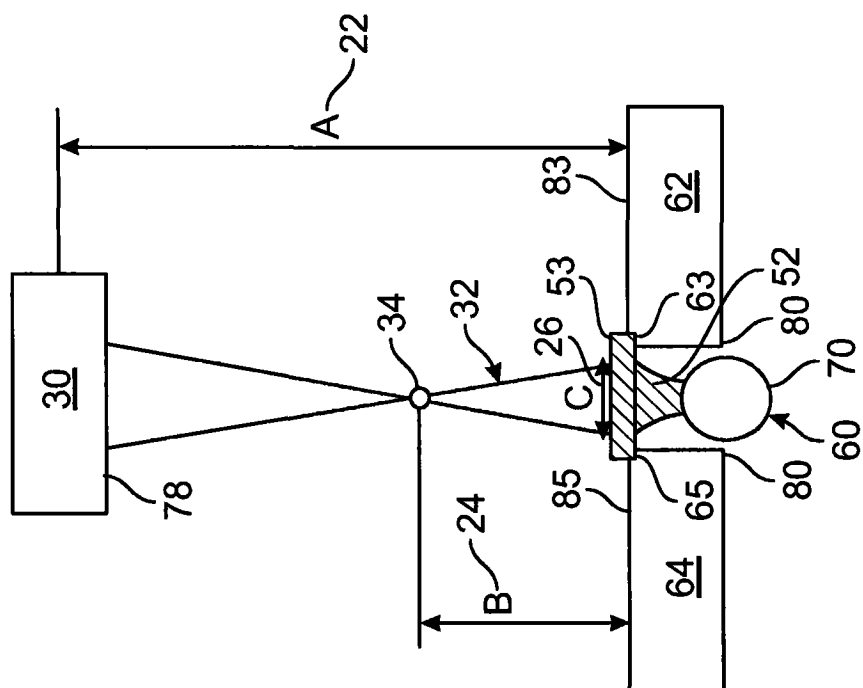


图4

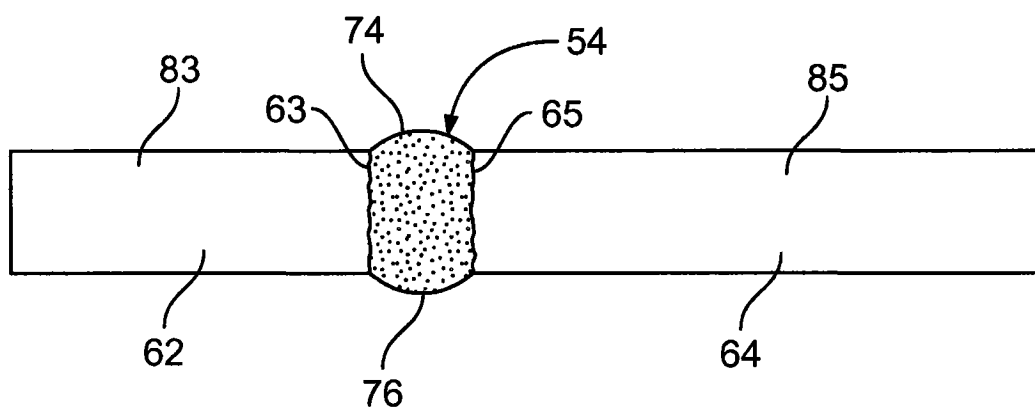


图5

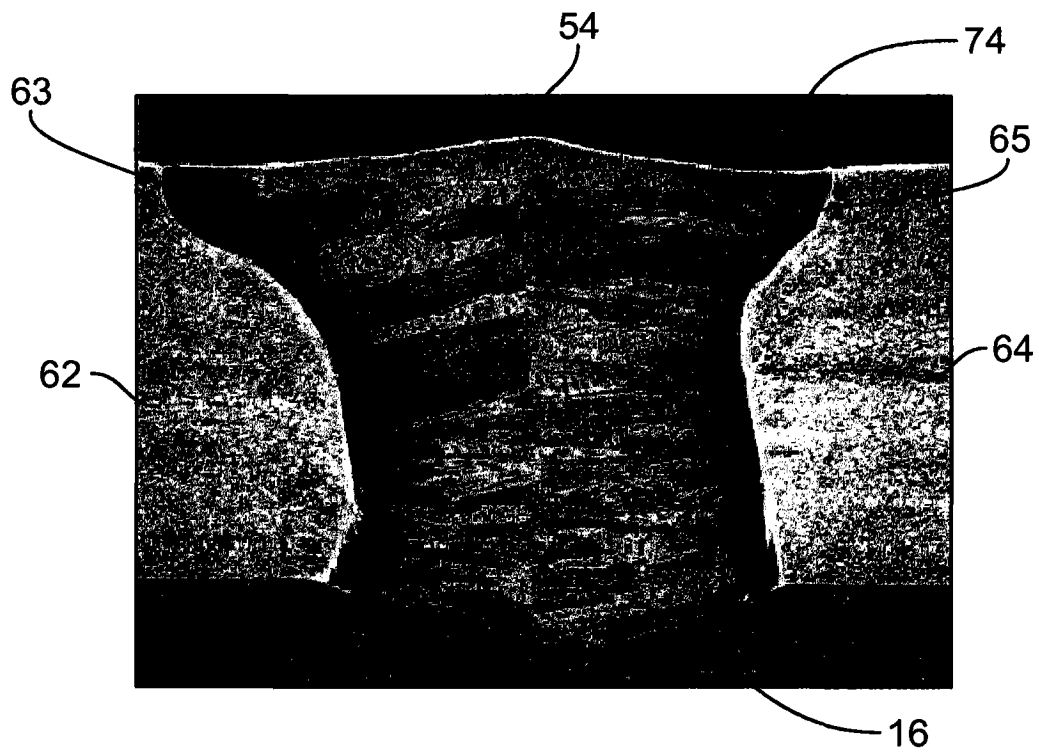


图6