



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106735894 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(21)申请号 201611147029.8

B23K 103/20(2006.01)

(22)申请日 2016.12.13

(71)申请人 大族激光科技产业集团股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区深南大道9988号

(72)发明人 朱宝华 李小婷 王瑾 高云峰

(74)专利代理机构 深圳市道臻知识产权代理有限公司 44360

代理人 陈琳

(51)Int.Cl.

B23K 26/21(2014.01)

B23K 26/082(2014.01)

B23K 26/0622(2014.01)

B23K 26/60(2014.01)

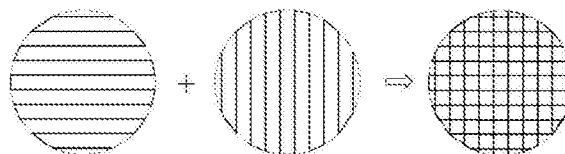
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种异种金属微焊接方法

(57)摘要

本发明涉及一种异种金属微焊接方法,包括以下步骤:A1、用夹具将铝合金板与不锈钢板压紧固定;A2、将纳秒级激光器或微秒激光器搭配高速扫描振镜头,高速扫描振镜头控制激光对铝合金板与不锈钢板进行扫描焊接,使铝合金板与不锈钢之间形成焊点,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。利用纳秒级激光器或微秒激光器脉冲宽度极短,能量较低的优势,同时采用高速扫描方式,以精确控制热输入来减小铝合金板与不锈钢板之间(Fe,Al)金属间化合物的生成,避免焊缝产生微裂纹。另外,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内,(Fe,Al)金属间化合物沿着“齿”根间断分布,尺寸也变小,裂纹较传统焊接方式明显减少,焊接强度明显提高。



1. 一种异种金属微焊接方法,其特征在于,包括以下步骤:

A1、用夹具将铝合金板与不锈钢板压紧固定;

A2、将纳秒级激光器或微秒激光器搭配高速扫描振镜头,高速扫描振镜头控制激光对铝合金板与不锈钢板进行扫描焊接,使铝合金板与不锈钢之间形成焊点,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。

2. 根据权利要求1所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,在步骤A1之前,还包括以下步骤:A0、用有机溶剂擦拭不锈钢板表面,然后将其叠放在铝合金板上。

3. 根据权利要求2所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,所述有机溶剂为丙酮或酒精。

4. 根据权利要求1至3中任意一项所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,所述高速扫描振镜头采用填充线高速扫描方式:先沿连续的横线方向扫描,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿连续的竖线方向扫描交叉形成焊点;或者先沿连续的竖线方向扫描,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿连续的横线方向扫描交叉形成焊点。

5. 根据权利要求4所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,横线之间的间距与竖线之间的间距相同。

6. 根据权利要求1至3中任意一项所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,所述高速扫描振镜头采用螺旋线高速扫描方式:先沿直径较小螺旋线扫描形成第一圆形焊点,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿直径较大的螺旋线扫描形成第二圆形焊点,两次扫描形成的圆形焊点相互重叠。

7. 根据权利要求6所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,所述较小螺旋线的直径为0.5mm,较大螺旋线的直径为0.7mm,前一次扫描的能量大于后一次扫描的能量。

8. 根据权利要求6所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,所述螺旋线由内向外螺旋形成。

9. 根据权利要求1至3中任意一项所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,所述高速扫描振镜头采用螺旋渐进高速扫描方式:用螺旋的方式绕中心点扫描一圈形成焊点。

10. 根据权利要求1至3中任意一项所述的异种金属微焊接方法,其特征在于,所述高速扫描振镜头采用同心圆高速扫描方式:先沿一个直径较小的圆扫描,然后依次沿直径较小的同心圆到直径较大的同心圆扫描,形成焊点。

一种异种金属微焊接方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光焊接技术领域,具体涉及一种不锈钢与铝金属薄板焊接的异种金属微焊接方法。

背景技术

[0002] 由于铝合金具有质量轻、密度小、弹性塑性良好,比强度高、耐磨、耐蚀、导电导热性良好、加工性能优良等优点,广泛应用于各个行业。在一些电子产品中,铝合金主要用于制造外壳,内部结构件常用不锈钢,对于不锈钢与铝异种金属之间的连接,传统工艺采用电阻焊、搅拌摩擦焊等,但此类方法生产成本低、效率低,生产中急需用新的焊接工艺代替。

[0003] 钢铝异种金属的可靠连接一直是焊接工艺难点,主要原因是钢铝两者的物理性能差异大,互溶度低,且钢铝极易生成铁铝脆性金属间化合物,这些化合物使焊接接头的力学性能大大降低。例如,铝钢异种金属焊接过程中会生成大量脆性(Fe,Al)金属间化合物,而焊接热应力使得焊缝产生微裂纹。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题在于,提供一种异种金属微焊接方法,通过精确控制激光热输入以及采用新的高速扫描方式,实现不锈钢与铝的可靠性连接,减少焊接缺陷,提升力学性能。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种异种金属微焊接方法,包括以下步骤:

[0006] A1、用夹具将铝合金板与不锈钢板压紧固定;

[0007] A2、将纳秒级激光器或微秒激光器搭配高速扫描振镜头,高速扫描振镜头控制激光对铝合金板与不锈钢板进行扫描焊接,使铝合金板与不锈钢之间形成焊点,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。

[0008] 进一步地,在步骤A1之前,还包括以下步骤:A0、用有机溶剂擦拭不锈钢板表面,然后将其叠放在铝合金板上。

[0009] 进一步地,所述有机溶剂为丙酮或酒精。

[0010] 进一步地,所述高速扫描振镜头采用填充线高速扫描方式:先沿连续的横线方向扫描,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿连续的竖线方向扫描交叉形成焊点;或者先沿连续的竖线方向扫描,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿连续的横线方向扫描交叉形成焊点。

[0011] 进一步地,横线之间的间距与竖线之间的间距相同。

[0012] 进一步地,所述高速扫描振镜头采用螺旋线高速扫描方式:先沿直径较小螺旋线扫描形成第一圆形焊点,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿直径较大的螺旋线扫描形成第二圆形焊点,两次扫描形成的圆形焊点相互重叠。

[0013] 进一步地,所述较小螺旋线的直径为0.5mm,较大螺旋线的直径为0.7mm,前一次扫

描的能量大于后一次扫描的能量。

[0014] 进一步地,所述螺旋线由内向外螺旋形成。

[0015] 进一步地,所述高速扫描振镜头采用螺旋渐进高速扫描方式:用螺旋的方式绕中心点扫描一圈形成焊点。

[0016] 进一步地,所述高速扫描振镜头采用同心圆高速扫描方式:先沿一个直径较小的圆扫描,然后依次沿直径较小的同心圆到直径较大的同心圆扫描,形成焊点。

[0017] 与现有技术相比,本发明的一种异种金属微焊接方法,将纳秒级激光器或微秒激光器搭配高速扫描振镜头,高速扫描振镜头控制激光对铝合金板与不锈钢板进行扫描焊接,使铝合金板与不锈钢之间形成焊点,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。利用纳秒级激光器或微秒激光器脉冲宽度极短,能量较低的优势,同时采用高速扫描方式,以精确控制热输入来减小铝合金板与不锈钢板之间(Fe,Al)金属间化合物的生成,避免焊缝产生微裂纹。同时焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内,(Fe,Al)金属间化合物沿着“齿”根间断分布,尺寸也变小,裂纹较传统焊接方式明显减少,焊接强度明显提高。

附图说明

[0018] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0019] 图1是本发明提供的实施方式一中填充线高速扫描方式的示意图;

[0020] 图2是实施方式一中对焊点进行拉力和剪力测试的数据图;

[0021] 图3是实施方式一中焊点的截面金相图;

[0022] 图4是实施方式二中螺旋线高速扫描方式的示意图;

[0023] 图5是实施方式二中焊点的截面金相图;

[0024] 图6是实施方式三中螺旋渐进高速扫描方式的示意图;

[0025] 图7是实施方式三中焊点的截面金相图;

[0026] 图8是实施方式四中同心圆高速扫描方式的示意图;

[0027] 图9是实施方式四中焊点的截面金相图。

具体实施方式

[0028] 现结合附图,对本发明的较佳实施例作详细说明。

[0029] 本发明提供一种异种金属微焊接方法,包括以下步骤:

[0030] A1、用夹具将铝合金板与不锈钢板压紧固定;

[0031] A2、将纳秒级激光器或微秒激光器搭配高速扫描振镜头,高速扫描振镜头控制激光对铝合金板与不锈钢板进行扫描焊接,使铝合金板与不锈钢之间形成焊点,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。将纳秒级激光器或微秒激光器搭配高速扫描振镜头,高速扫描振镜头控制激光对铝合金板与不锈钢板进行扫描焊接。利用纳秒级激光器或微秒激光器脉冲宽度极短,能量较低的优势,同时采用高速扫描方式,以精确控制热输入来减小铝合金板与不锈钢板之间(Fe,Al)金属间化合物的生成,避免焊缝产生微裂纹。另外,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内,(Fe,Al)金属间化合物沿着“齿”根间断分布,尺寸也变小,裂纹较传统焊接方式明显减少,焊接强度明显提高。

[0032] 纳秒激光器采用MOPA结构,最大出光频率可达1000KHz,FWHM调节范围10-120nm,

最大峰值功率13kW,一个脉冲能量最大达到1mJ,支持CW调制方式。微秒激光器则是通过对连续激光器或脉冲激光器进行调制,是一种把上位机设置的出光间隔改成调制周期(调制频率的倒数),把连续出光模式和脉冲模式调制成更短脉冲模式的激光器。对于毫秒级脉冲激光器、连续激光器都可以经过调制的方式调制成微秒级。其频率在1Hz-1MHz内可调,调制周期1 μ s-1ns,每个输出方波波长在1 μ s-1ns内可调,占空比在0~100%内可调。经数字调制后,外控信号触发一次,在低电平下会连续输出多个方波,功率平稳可达到良好的焊接效果。

[0033] 在步骤A1之前,还包括以下步骤:A0、用丙酮或酒精等有机溶剂擦拭不锈钢板表面,然后将其叠放在铝合金板上。这样能有效避免不锈钢板表面的灰尘等杂质对焊接的影响,提高焊点的力学性能。

[0034] 在本发明中,高速扫描振镜头主要通过以下几种实施方式控制激光对铝合金板与不锈钢板进行扫描焊接:

[0035] 实施方式一

[0036] 如图1所示,高速扫描振镜头采用填充线高速扫描方式:先沿连续的横线a方向扫描,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿连续的竖线b方向扫描交叉形成焊点;或者先沿连续的竖线b方向扫描,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿连续的横线a方向扫描交叉形成焊点。其中,横线a之间的间距与竖线b之间的间距相同,这样扫描焊接比较均匀,有利于形成力学能力较好的焊点。

[0037] 具体地,当焊接厚度为0.15mm的316L不锈钢和0.6mm的6063铝合金板时,采用纳秒级激光器或微秒激光器进行焊接。先用丙酮或酒精等有机溶剂擦拭不锈钢板表面,然后将其叠放在铝合金板上,用夹具把两块板压紧固定。并排焊接五个焊点,软件上设置焊点间距为1mm。高速扫描振镜头采用填充线高速扫描方式,第一次焊接时选用Ni号波形,脉冲模式,扫描焊接移动速度为30mm/s,第二次焊接时采用连续模式波形,扫描焊接移动速度为50mm/s。焊接完成后,对焊点进行拉力和剪力测试,如图2所示。五个焊点的平均拉力为30N,平均剪力为189N,则单点的平均拉力为6N,平均剪力为62N;而用传统YAG脉冲激光焊接不锈钢薄板与铝合金板的话,单点平均剪力25N。

[0038] 图3为焊点的截面金相图,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内,其中铝合金板位于不锈钢板的下方。相比于传统YAG脉冲激光焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着熔合线连续带状分布,通过本实施方式的焊接方法焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着“齿”根间断分布,尺寸也变小。裂纹较传统焊接方式明显减少,焊接强度明显提高。

[0039] 实施方式二

[0040] 如图4所示,高速扫描振镜头采用螺旋线高速扫描方式:先沿直径较小螺旋线扫描形成第一圆形焊点,在前一次焊接后熔池金属未完全凝固时,再沿直径较大螺旋线扫描形成第二圆形焊点,两次扫描形成的圆形焊点相互重叠。在本实施例中,较小螺旋线的直径为0.5mm,较大螺旋线的直径为0.7mm,前一次扫描的能量大于后一次扫描的能量,上述螺旋线由内向外螺旋形成。前一次焊接能量大于后一次的焊接能量,故热影响大于后一次的,前一次焊接轨迹小于后一次焊接轨迹,最终两次形成的焊点大小反而是一致的。

[0041] 具体地,当焊接厚度为0.1mm的316L不锈钢和0.6mm厚的6063铝合金板时,采用纳秒级激光器或微秒激光器进行焊接。先用丙酮或酒精等有机溶剂擦拭不锈钢板表面,然后

将其叠放在铝合金板上,用夹具把两块板压紧固定。并排焊接五个焊点,焊点间距设置为1mm。采用螺旋线高速扫描方式,第一次焊接时功率为160W,扫描焊接移动速度为50mm/s,重复频率50kHz,占空比为30%;第二次焊接时功率为150W,扫描焊接移动速度为30mm/s,重复频率50kHz,占空比为10%。图5为焊点的截面金相图,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。相比于传统YAG脉冲激光焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着熔合线连续带状分布,通过本实施方式的焊接方法焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着“齿”根间断分布,尺寸也变小。裂纹较传统焊接方式明显减少,焊接强度明显提高。

[0042] 实施方式三

[0043] 如图6所示,高速扫描振镜头采用螺旋渐进高速扫描方式:用螺旋的方式绕中心点扫描一圈形成焊点。由于铝-钢异种金属焊接过程中会在熔合线附近生成大量脆性(Fe,Al)金属间化合物层,且铝-钢热膨胀系数差别大。在铝-钢焊接过程中,熔合线附近产生较大热应力并作用于脆性金属间化合物层从而引发热裂纹。以较大热输入直接焊接,焊缝熔深和熔宽都会增加,界面结合面的增大会提高接头的力学性能,然而由于熔池中金属原子间的剧烈反应,生成大量脆性化合物,凝固过程中产生较大内应力,更易产生裂纹。采用螺旋渐进的方式可以在一定程度上避免应力的集中,以减少微裂纹的生成。

[0044] 具体地,当焊接厚度为0.15mm的316L不锈钢和0.6mm厚的6063铝合金板,采用纳秒级激光器或微秒激光器进行焊接。先用丙酮或酒精等有机溶剂擦拭不锈钢板表面,然后将其叠放在铝合金板上,用夹具把两块板压紧固定。采用螺旋渐进高速扫描方式,微秒激光器功率为220W,扫描焊接移动速度为50mm/s,重复频率50kHz,占空比为30%。焊接效果如图7所示,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。相比于传统YAG脉冲激光焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着熔合线连续带状分布,通过本实施方式的焊接方法焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着“齿”根间断分布,尺寸也变小。裂纹较传统焊接方式明显减少,焊接强度明显提高。

[0045] 实施方式四

[0046] 如图8所示,高速扫描振镜头采用同心圆高速扫描方式:先沿一个直径较小的圆扫描,然后依次沿直径较小的同心圆到直径较大的同心圆扫描,形成焊点。在本实施例中,各圆之间的间距相同。

[0047] 具体地,当焊接厚度为0.1mm的316L不锈钢和0.6mm厚的6063铝合金板时,采用经调制后的连续光纤激光器进行焊接。先用丙酮或酒精等有机溶剂擦拭不锈钢板表面,然后将其叠放在铝合金板上,用夹具把两块板压紧固定。并排焊接五个焊点,焊点间距设置为1mm。采用纳秒级激光器或微秒激光器,以同心圆扫描方式进行焊接,选用脉冲模式波形,扫描焊接移动速度为30mm/s。

[0048] 如图9所示,焊点根部呈“齿”状嵌入到铝合金板内。相比于传统YAG脉冲激光焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着熔合线连续带状分布,通过本实施方式的焊接方法焊接后(Fe,Al)金属间化合物沿着“齿”根间断分布,尺寸也变小。裂纹较传统焊接方式明显减少,焊接强度明显提高。

[0049] 应当理解的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制,对本领域技术人员来说,可以对上述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而所有这些修改和替换,都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

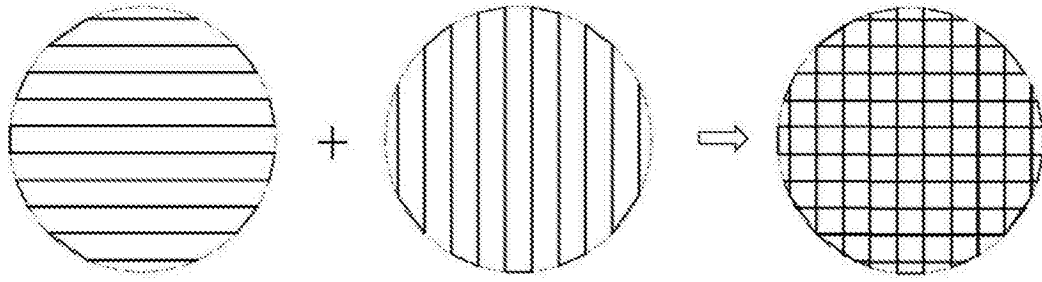


图1

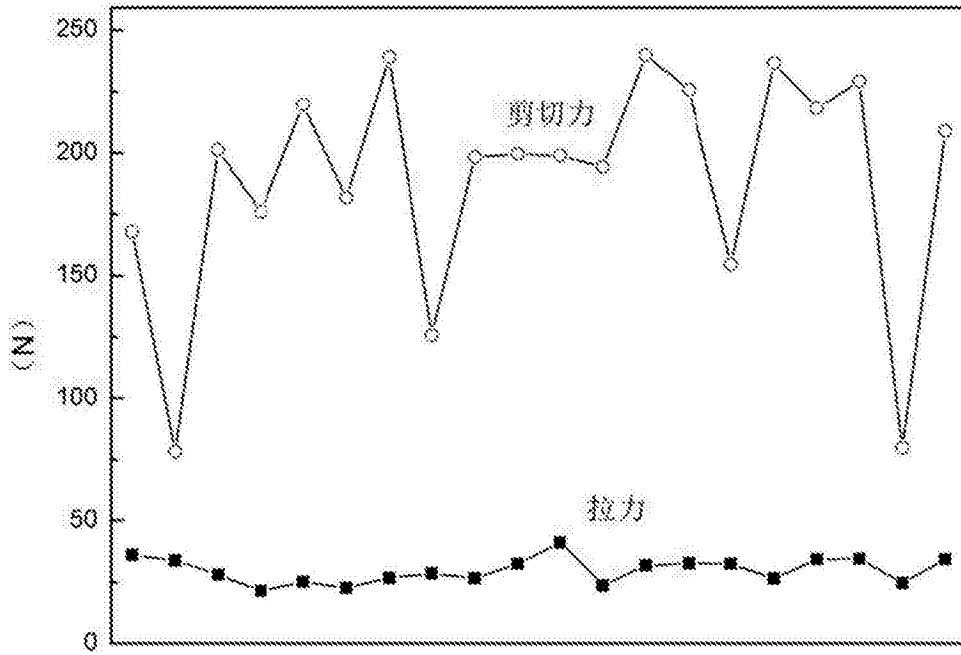


图2

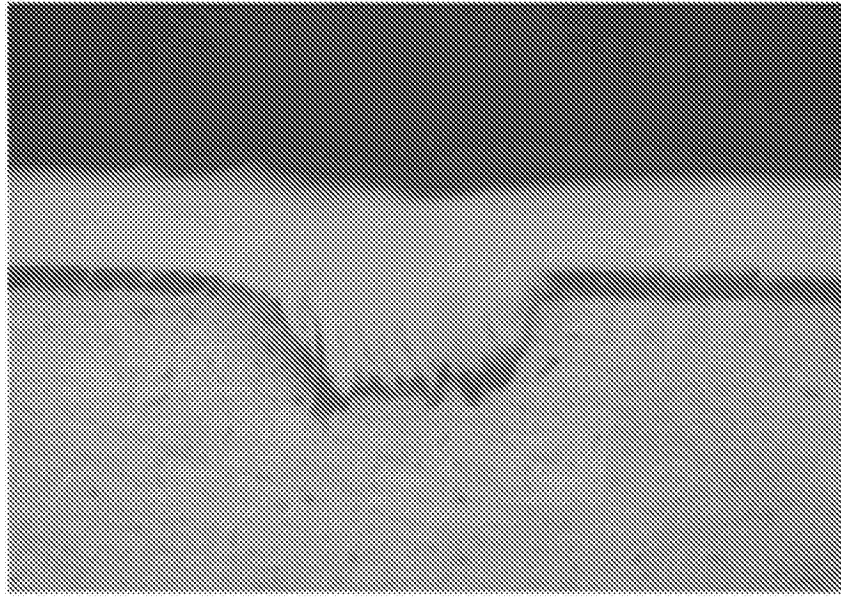


图3

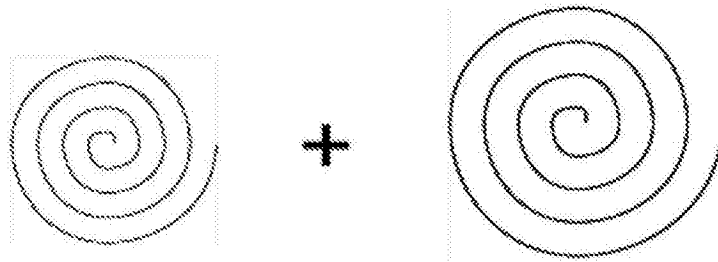


图4

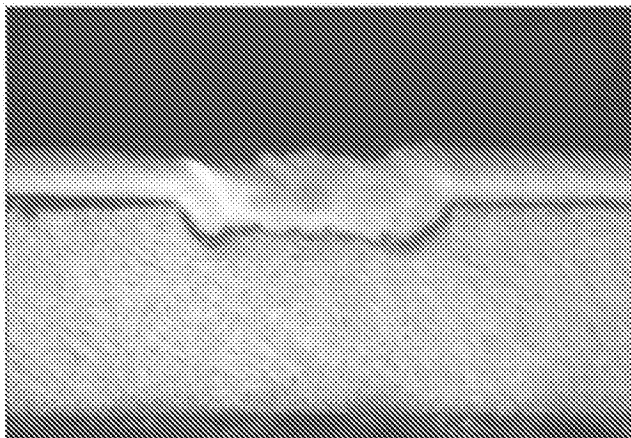


图5

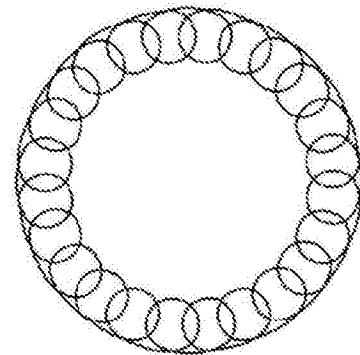


图6

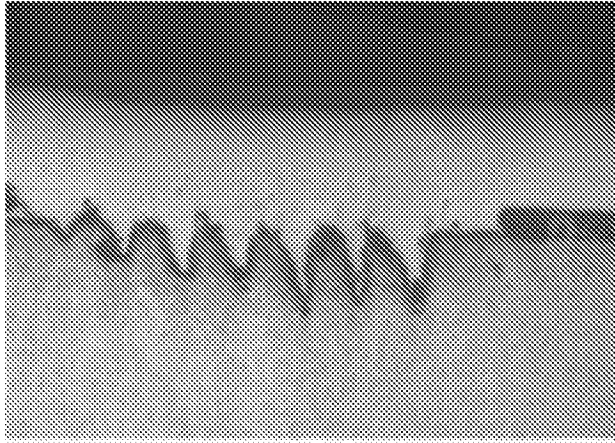


图7

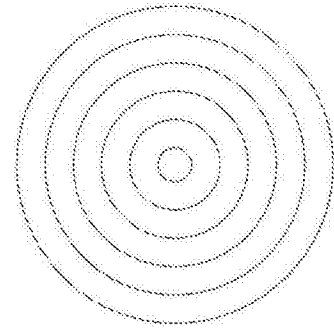


图8

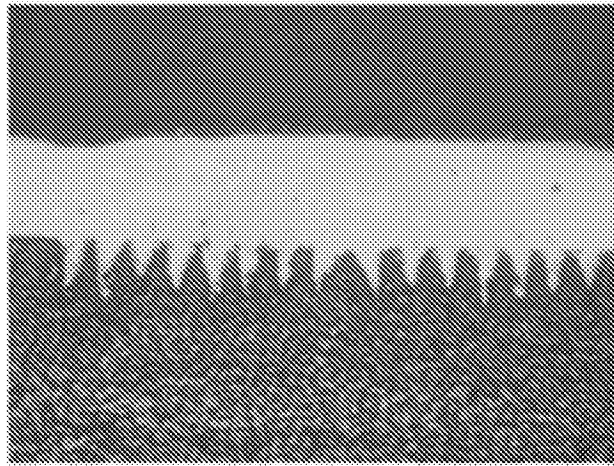


图9