



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103341671 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201310275547. 8

CN 2257753 Y, 1997. 07. 16,

(22) 申请日 2013. 07. 03

JP 2008-142850 A, 2008. 06. 26,

(73) 专利权人 南京航空航天大学

JP 9-108945 A, 1997. 04. 28,

地址 210016 江苏省南京市白下区御道街
29号

SU 1581491 A1, 1990. 07. 30,

审查员 王雪庆

(72) 发明人 郁子欣 陈建宁 杨桂珍 周旭娇

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 贺翔

(51) Int. Cl.

B23H 1/00(2006. 01)

B23H 7/02(2006. 01)

B23H 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102166676 A, 2011. 08. 31,

CN 1270868 A, 2000. 10. 25,

CN 203356785 U, 2013. 12. 25,

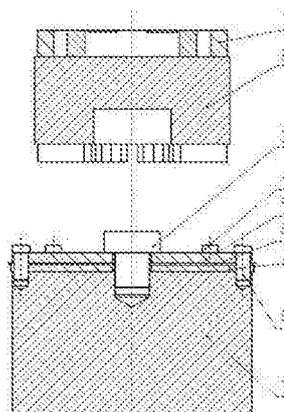
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置及加工工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置及加工工艺,属于薄板件加工领域。复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置包括基准元件,螺钉,两块镂空平板,定位销与底座,其特点在于,用上下两块镂空平板压持薄板件的非加工区域及加强筋,定位后夹紧使三者形成一个刚体,再将其定位夹紧于底座上,用整体电极对薄板件正面和反面进行交替减薄电火花加工,最后去除加强筋得到最终零件。本发明有效地解决了薄板件在减薄加工中变形的的问题,提高了薄板件减薄加工精度。



1. 一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置,其包括基准元件,电极,第一螺钉,第二螺钉,第一镂空平板,第二镂空平板,定位销与底座,其特征在于:所述电极与基准元件连接夹持于机床主轴上,所述薄板件被压于所述第一镂空平板和第二镂空平板之间,所述定位销将所述薄板件、第一镂空平板及第二镂空平板定位后通过所述第二螺钉夹紧使薄板件、第一镂空平板及第二镂空平板成为一个刚体,所述薄板件、第一镂空平板及第二镂空平板通过所述第一螺钉夹紧定位于所述底座上。

2. 如权利要求 1 所述的复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置,其特征在于:所述第一镂空平板和第二镂空平板根据薄板件正反面不同待加工区域镂空出相应的加工区域,其余位置均紧压薄板件。

3. 如权利要求 2 所述的复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置,其特征在于:所述复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置还包括有在分析薄板件存在的低刚度部位及待加工区域后,在零件外围和内部设计的加强筋,所述第一镂空平板和第二镂空平板完全压住所述加强筋。

4. 一种利用如权利要求 3 所述的复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置的加工工艺,其包括如下步骤:

- (1) 根据零件尺寸要求进行板件下料或直接采用符合厚度要求的薄板件;
- (2) 对薄板件用慢走丝线切割加工出零件复杂形状以及相应的加强筋;
- (3) 对薄板件进行电化学去应力处理;
- (4) 根据薄板件正反两面待加工区域的形状和分布分别设计正面和反面整体加工电极;
- (5) 用正面整体加工电极对薄板件正面进行电火花粗加工,而后将第一镂空平板、第二镂空平板与薄板件形成的刚体翻转,定位夹紧于底座上,再用反面整体加工电极对薄板件反面进行电火花粗加工;
- (6) 用反面整体加工电极对薄板件反面进行电火花半精加工和精加工,而后将镂空平板与薄板件形成的刚体翻转,定位夹紧于底座上,再用正面整体加工电极对薄板件正面进行电火花半精加工和精加工;
- (7) 用慢走丝线切割去除加强筋得到最终薄板件成品。

5. 如权利要求 4 所述的复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置的加工工艺,其特征在于:所述薄板件正反两面进行交替电火花减薄加工。

6. 如权利要求 4 所述的复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置的加工工艺,其特征在于:所述薄板件的粗加工,半精加工和精加工通过采用同一电极在加工方向进给时不断减小电规准以修复上一次电规准形成的加工表面,设进给量为 j_i ,此次电规准对应的放电间隙为 Δ_i ,此次电规准对应的变质层为 b_i ,总的加工去除量为 Z_0 ,初始间隙为 Δ_0 ,则 $j_i = Z_0 + \Delta_0 + b_i - \Delta_i$ ($b_i = 0.001\text{mm} - 0.05\text{mm}$)。

一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置及加工工艺

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置及加工工艺，其属于薄板薄壁件的加工技术领域。

背景技术：

[0002] 目前无论是在普通机械领域还是在航空航天领域都大量使用薄板薄壁件，该类零件通常有以下的特点：壁薄，刚度弱，加工过程中极易变形；精度要求高，关键尺寸精度为IT5-IT2级，关键形位精度5-3级以上。

[0003] 由于应用原因，工程设计时以满足其形状、厚度、精度和质量等物理指标为首要目的。因而受形状和质量的限制，零件强度能满足使用要求，刚度指标却常常被忽略或考虑不够。这些精密零件是在组合状态下使用，刚度对其应用一般没有多大影响，但对生产加工来说却是十分不利的。

[0004] 目前针对这一类薄板薄壁零件的加工主要有铣削加工，电解加工和电火花加工。

[0005] 铣削加工能够加工出精确轮廓和光滑表面，材料去除率较高，尤其是高速铣削，具有高效，工件温升小，接触力小的优点。但铣削加工始终是接触式加工，由于一些薄板件厚度不足0.5mm，即便是较小的铣削力，还是对薄板件变形产生了一定影响；同时，零件材料多为难加工材料，且减薄区域形状复杂，过度圆角很小，铣削加工时刀具要求高，而刀具轨迹较复杂。

[0006] 电解加工是基于电化学阳极溶解原理去除材料，不受金属材料硬度和强度的限制，加工速度快，工具阴极无损耗。但是，电解加工难以稳定获得高精度。对于形状复杂、精度要求又很高的薄板件来讲，采用电解加工，其工艺研发周期较长，对于大批量生产较为适宜。

[0007] 电火花成形加工是通过电火花放电蚀除材料，材料的可加工性与其力学性能无关，适合于加工难切削金属材料，加工时由于电极与工件不接触，故没有宏观切削力，装夹过程的夹紧力可以很小，基本上可以忽略夹紧变形，适宜加工低刚度零件；对于复杂薄板件的减薄加工可以设计整体电极，使用一组电规准，同时完成所有减薄区域的加工，在保证表面质量及加工精度的前提下提高了加工速度；电火花成形加工工艺研发周期较短，可以快速响应市场需求，适于小批量生产。

发明内容：

[0008] 本发明提供一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置及加工工艺，实现了对复杂薄板件的高精度加工，解决了薄板件在减薄加工过程中变形的的问题。

[0009] 本发明采用如下技术方案：一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置，其包括基准元件，电极，第一螺钉，第二螺钉，第一镂空平板，第二镂空平板，定位销与底座，所述电极与基准元件连接夹持于机床主轴上，所述薄板件被压于所述第一镂空平板和第二镂空平板之间，所述定位销将所述薄板件、第一镂空平板及第二镂空平板定位后通过所述第二

螺钉夹紧使薄板件、第一镂空平板及第二镂空平板成为一个刚体,所述薄板件、第一镂空平板及第二镂空平板通过所述第一螺钉夹紧定位于所述底座上。

[0010] 所述镂空平板,是指压持薄板件的上下平板,分别根据薄板件正反面不同待加工区域镂空出相应的加工区域,其余位置均紧压薄板件以增强薄板件的刚度,从而减小零件在加工中的变形。

[0011] 所述基准元件,是指一个从电极毛坯开始就始终与电极相连的基准块,通过将基准元件定位装夹于基准座上来保证整个加工过程的统一基准,从而保证电极制造精度以及薄板件最终加工精度。

[0012] 所述复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置还包括有在分析薄板件存在的低刚度部位及待加工区域后,在零件外围和内部设计的加强筋,所述第一镂空平板和第二镂空平板完全压住所述加强筋。

[0013] 本发明还采用如下技术方案:一种复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置的加工工艺,其包括如下步骤:

[0014] (1) 根据零件尺寸要求进行板件下料或直接采用符合厚度要求的薄板件;

[0015] (2) 对薄板件用慢走丝线切割加工出零件复杂形状以及相应的加强筋;

[0016] (3) 对薄板件进行电化学去应力处理;

[0017] (4) 根据薄板件正反两面待加工区域的形状和分布分别设计正面和反面整体加工电极;

[0018] (5) 用正面整体加工电极对薄板件正面进行电火花粗加工,而后将第一镂空平板、第二镂空平板与薄板件形成的刚体翻转,定位夹紧于底座上,再用反面整体加工电极对薄板件反面进行电火花粗加工;

[0019] (6) 用反面整体加工电极对薄板件反面进行电火花半精加工和精加工,而后将镂空平板与薄板件形成的刚体翻转,定位夹紧于底座上,再用正面整体加工电极对薄板件正面进行电火花半精加工和精加工;

[0020] (7) 用慢走丝线切割去除加强筋得到最终薄板件成品。

[0021] 所述复杂形状薄板件局部减薄电火花加工工艺,整个过程从加工薄板件复杂形状及加强筋,到对薄板件正反两面进行电火花局部减薄加工,最后去除加强筋都采用了统一的定位基准即一面两销,从而保证了加工精度。

[0022] 所述对薄板件正反两面进行交替电火花减薄加工,可以避免在不同侧面局部减薄加工时因表面应力变化而引起的变形。

[0023] 所述薄板件的粗加工,半精加工和精加工通过采用同一电极在加工方向进给时不断减小电规准以修复上一次电规准形成的加工表面,设进给量为 j_i ,此次电规准对应的放电间隙为 Δ_i ,此次电规准对应的变质层为 b_i ,总的加工去除量为 Z_0 ,初始间隙为 Δ_0 ,则 $j_i = Z_0 + \Delta_0 - b_i - \Delta_i$ ($b_i = 0.001\text{mm} - 0.05\text{mm}$)。

[0024] 所述对薄板件进行电化学去应力处理,是为了消除薄板件表面残余应力,防止薄板件在不同侧面减薄加工时,因表面残余应力变化而导致零件变形。

[0025] 本发明具有如下有益效果:

[0026] (1) 在装夹时使用上下镂空平板压持薄板件,有效控制加工过程中薄板件的变形;同时对薄板件正反两面进行交替电火花减薄加工,避免在不同侧面局部减薄加工时因表面

应力变化而引起的变形；

[0027] (2) 使用整体电极对薄板件正面或反面所有待加工区域同时进行电火花减薄加工,提高了加工效率;采用两块镂空平板与工件固定为一个刚体的装夹方式,有效提高了工序间的换装效率;

[0028] (3) 减薄加工中使用同一电极对加工面进行电火花粗加工,半精加工和精加工,在保证加工精度和表面质量的前提下提高了加工速度。

附图说明:

[0029] 图 1 为本发明复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置的结构示意图。

[0030] 图 2 为图 1 所示本发明复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置的剖面示意图。

[0031] 图 3 为正面整体加工电极立体示意图。

[0032] 图 4 为反面整体加工电极立体示意图。

[0033] 图 5 为定位板的结构示意图。

[0034] 图 6 为运用本发明复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置加工出的薄板件成品示意图。

[0035] 图 7 为在进行局部电火花减薄加工之前的薄板件示意图。

[0036] 其中:

[0037] 基准元件 -1, 电极 -2, 第一螺钉 -3, 第二螺钉 -4, 第一镂空平板 -5, 薄板件 -6, 第二镂空平板 -7, 定位销 -8, 底座 -9, 薄板件成品 -10, 定位板 -11, 销孔 -12, 螺纹孔 -13, 工件坐标系找正孔 -14, 加强筋 -15。

具体实施方式:

[0038] 请参照图 1 和图 2 所示,本发明复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置,包括基准元件 1, 第一螺钉 3, 第二螺钉 4, 第一镂空平板 5, 第二镂空平板 7, 定位销 8 与底座 9, 用第一镂空平板 5 和第二镂空平板 7 将薄板件 6 压在中间,用定位销 8 将三者定位后用第二螺钉 4 夹紧使三者成为一个刚体,拔出定位销 8,再用定位销 8 将三者定位于底座 9 上,用第一螺钉 3 夹紧,将电极 2 与基准元件 1 连接夹持于机床主轴(未图示)上。

[0039] 其中基准元件 1,是指一个从电极毛坯开始就始终与电极相连的基准块,通过将基准元件定位装夹于基准座上来保证整个加工过程的统一基准,从而保证电极制造精度以及薄板件最终加工精度。

[0040] 其中第一镂空平板 5 和第二镂空平板 7 是指压持薄板件 6 的上下平板,分别根据薄板件正反面不同待加工区域镂空出相应的加工区域,其余位置均紧压薄板件以增强薄板件的刚度,从而减小零件在加工中的变形。

[0041] 其中第一镂空平板 5 和第二镂空平板 7 可以制作两套以上,保证在上一次加工完成之后,可以迅速换装下一套已经定位夹紧好的整体,从而提高换装效率。

[0042] 请参照图 3 和图 4 所示,本发明中根据薄板件正反两面待加工区域的形状和分布分别设计正面和反面整体加工电极。

[0043] 请参照图 5 所示,本发明复杂形状薄板件局部减薄电火花加工装置还包括有定位板 11,通过将多块薄板件 6 整齐叠放于定位板 11 上,用销钉进行统一定位后夹紧,将定位

板安装在机床基准接口上,对薄板件 6 用慢走丝线切割加工出零件复杂形状和相应的加强筋。其中定位板 11 是指一块用于定位夹紧薄板件 6 进行慢走丝加工的平板,定位板 11 上包括用于薄板件定位的销孔 12,用于夹紧薄板件的螺纹孔 13 以及工件坐标系找正孔 14。

[0044] 请参照图 6 和图 7 所示,加强筋 15,是指在分析薄板件存在的低刚度部位及待加工区域后,在零件外围和内部设计相应工艺加强结构,在装夹时,用上下平板将加强筋 15 全压住,增强了薄板件的整体刚度,从而减小零件在加工过程中的变形。

[0045] 请参照图 1 至图 2 并结合图 3 至图 7 所示,本发明复杂形状薄板件局部减薄电火花加工工艺,具体步骤如下:

[0046] (1)、根据零件尺寸要求进行板件下料或直接采用符合厚度要求的薄板件;

[0047] (2)、将多块薄板件整齐叠放于定位板上,用销钉进行统一定位后夹紧,将定位板安装在机床基准接口上,对薄板件用慢走丝线切割加工出零件复杂形状和相应的加强筋;

[0048] (3)、清洗薄板件表面后使用电化学加工方法去除表面应力;

[0049] (4)、根据薄板件正反两面待加工区域的形状和分布分别设计正面和反面整体加工电极;

[0050] (5)、用正面整体加工电极配合粗加工电规准对薄板件正面进行电火花粗加工,而后将第一镂空平板 5,第二镂空平板 7 与薄板件 6 组成的刚体翻转,定位夹紧于底座 9 上,再用反面整体加工电极配合粗加工电规准对薄板件 6 反面进行电火花粗加工;

[0051] (6)、用反面整体加工电极配合逐次减小的电规准对薄板件 6 反面进行电火花半精加工和精加工,而后将第一镂空平板 5,第二镂空平板 7 与薄板件 6 形成的刚体翻转,定位夹紧于底座 9 上,用正面整体加工电极配合逐次减小的电规准对薄板件正面进行电火花半精加工和精加工;

[0052] (7)、将多块前期加工完成的薄板件整齐叠放于定位板上,用销钉进行统一定位后夹紧,将定位板安装在机床基准接口上,用慢走丝线切割去除外围的加强筋,得到最终薄板件成品。

[0053] 本发明薄板件局部减薄电火花加工工艺,整个过程从加工薄板件复杂形状以及加强筋,到对薄板件正反两面进行电火花局部减薄,最后去除加强筋都采用了统一的定位基准即一面两销,从而保证了加工精度。

[0054] 本发明对薄板件正反两面进行交替电火花减薄加工,可以避免在不同侧面局部减薄加工时因表面应力变化而引起的变形。

[0055] 本发明对薄板件的粗加工,半精加工和精加工通过采用同一电极在加工方向进给时不断减小电规准以修复上一次电规准形成的加工表面,设进给量为 j_i ,此次电规准对应的放电间隙为 Δ_i ,此次电规准对应的变质层为 b_i ,总的加工去除量为 Z_0 ,初始间隙为 Δ_0 ,则 $j_i = Z_0 + \Delta_0 - b_i - \Delta_i$ ($b_i = 0.001\text{mm} - 0.05\text{mm}$)。

[0056] 本发明中对薄板件进行电化学去应力处理,是为了消除薄板件表面残余应力,防止薄板件在不同侧面减薄加工时,因表面残余应力变化而导致零件变形。

[0057] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下还可以作出若干改进,这些改进也应视为本发明的保护范围。

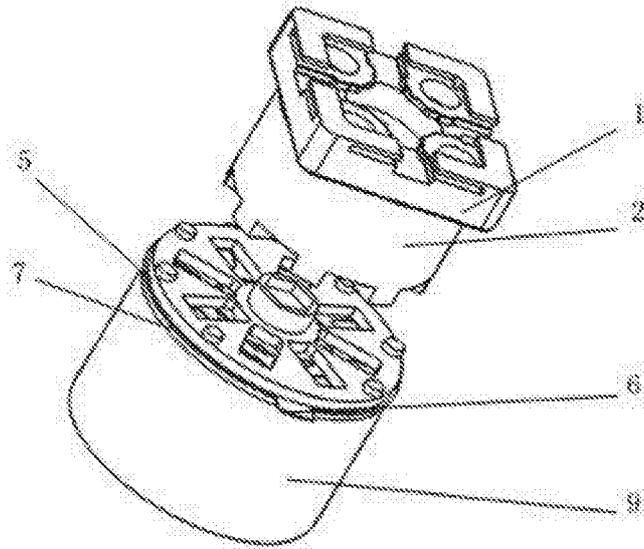


图 1

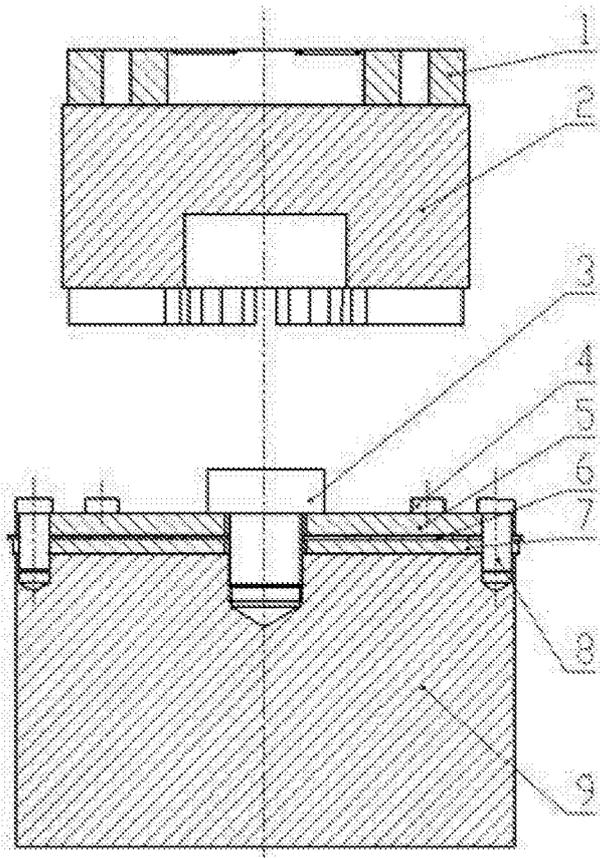


图 2

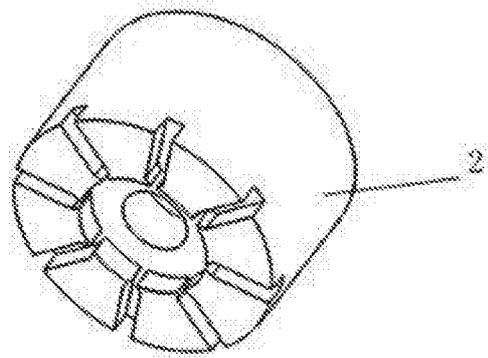


图 3

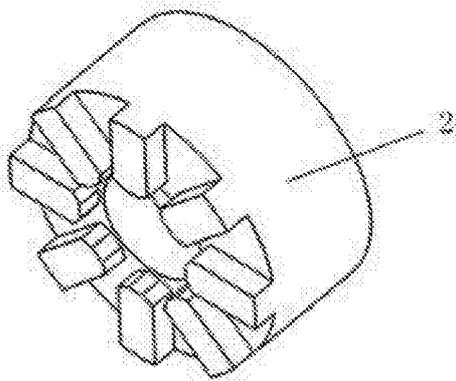


图 4

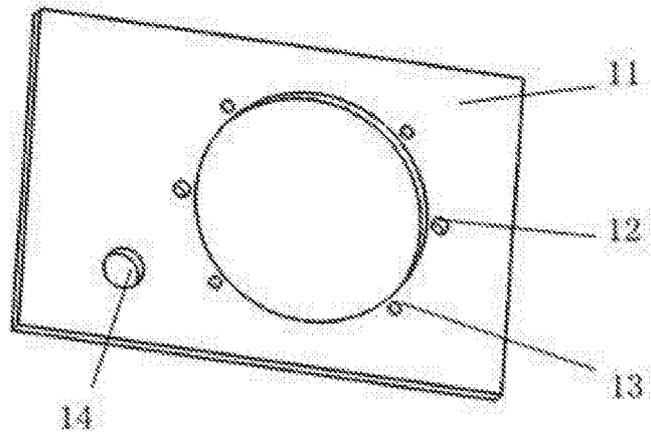


图 5

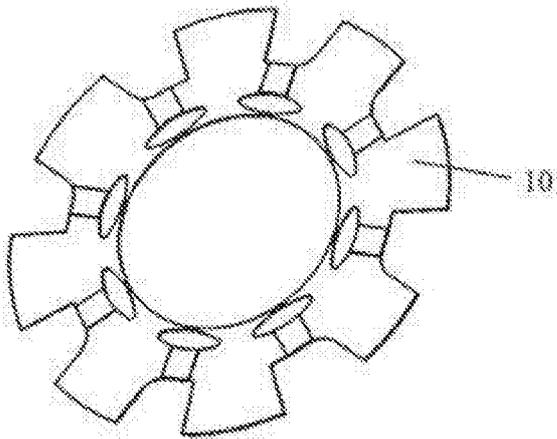


图 6

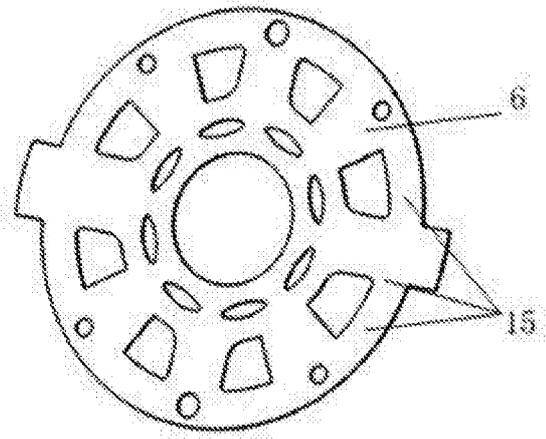


图 7