

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610053213.6

[51] Int. Cl.

B21J 13/02 (2006.01)

B21J 5/02 (2006.01)

B21J 1/06 (2006.01)

B21J 3/00 (2006.01)

B21C 25/02 (2006.01)

B21C 23/02 (2006.01)

[43] 公开日 2007年3月28日

[11] 公开号 CN 1935409A

[22] 申请日 2006.8.25

[21] 申请号 200610053213.6

[71] 申请人 宁波江丰电子材料有限公司

地址 315400 浙江省余姚市阳明科技工业园区江丰路1号

[72] 发明人 姚力军 潘杰

[74] 专利代理机构 宁波诚源专利事务所有限公司
代理人 徐雪波

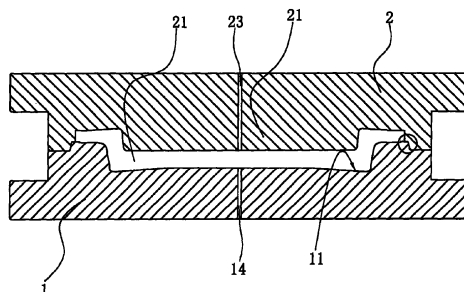
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

[54] 发明名称

一种制造溅射靶材的模锻工艺及其模锻挤压模具

[57] 摘要

一种制造溅射靶材的模锻挤压模具，包括具有凹模腔(11)的凹模(1)和具有凸模芯(21)的凸模(2)，凹模腔(11)与凸模芯(21)组合后形成和溅射靶材(3)外形相应的型腔(4)，凹模(1)和凸模(2)之间还具有型腔定位结构，该型腔定位结构为：在凸模(2)周壁内侧的下部具有一环形凸模定位台阶(22)，在凹模腔(11)周壁内侧的上部具有一和环形凸模定位台阶(22)相挡位配合的环形凹模定位台阶(12)，在凹模(1)和凸模(2)组合的状态下，所述的凸模定位台阶(12)和凹模定位台阶(22)相贴合。该模具无需顶出装置也能顺利脱模，无需导柱、导套设计也能控制模具的行进方向，不会使模具行进过程中出现偏差，故该模具具有结构、特别适合在高压力的油压机上进行工作的优点。



1、一种制造溅射靶材的模锻工艺，其特征在于该模锻工艺是用模锻挤压模具挤压而形成溅射靶材。

2、根据权利要求1所述的制造溅射靶材的模锻工艺，其特征在于形成溅射靶材的过程包括如下步骤：

①、根据所需靶材溅射区域的厚度 d ，按变形量小于30%的计算公式 $0 < (D-d)/D < 30\%$ ，选择厚度为 D 的靶材坯料，并确定模具各部分尺寸；

②、将制造溅射靶材的模锻挤压模具的凸模(2)固定在液压机床上工作台，将模锻挤压模具的凹模(1)固定在液压机床上下工作台，且使凹模(1)和凸模(2)完全结合时，凹模和凸模之间形成和溅射靶材(3)外形相应的型腔(4)；

③、使用烘箱将溅射靶材坯料预热至 $130^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ；

④、使用润滑剂涂抹在型腔的内表面；

⑤、将溅射靶材坯料放置在凹模表面，启动液压机床，合模，对溅射靶材进行挤压，溅射靶材成型；

⑥再次启动液压机床，开模，取出溅射靶材。

3、根据权利要求2所述的制造溅射靶材的模锻工艺，其特征在于：使用烘箱将溅射靶材坯料预热至 150°C 。

4、根据权利要求2所述的制造溅射靶材的模锻工艺，其特征在于所述的润滑剂为石墨和32#机油的混合物。

5、根据权利要求4所述的制造溅射靶材的模锻工艺，其特征在于所述的润滑剂由1KG的石墨与1升的32#机油充分混合而成。

6、一种用于如权利要求1所述的制造溅射靶材的模锻工艺的模锻挤压模具，其特征在于所述的凹模(1)和凸模(2)之间还具有型腔定位结构，该型腔定位结构为：在凸模(2)周壁内侧的下部具有一环形凸模定位台阶(22)，在凹模腔(11)周壁内侧的上部具有一和环形凸模定位台阶(22)相挡位配合的环形凹模定位台阶(12)，在凹模(1)和凸模(2)组合的状态下，所述的凸模定位台阶(12)和凹模定位台阶(22)相贴合。

7、根据权利要求6所述的制造溅射靶材的模锻挤压模具，其特征在于所述的凹模腔(11)周壁上表面内侧具有环形坯料定位台阶(13)。

8、根据权利要求6所述的制造溅射靶材的模锻挤压模具，其特征在于所述的凸模芯(2)、凹模腔(1)的中间位置处分别钻有排气孔(23、14)。

9、根据权利要求6所述的制造溅射靶材的模锻挤压模具，其特征在于所述的型腔(4)上设有脱模斜度，脱模斜度为 $7 \sim 10^{\circ}$ 。

一种制造溅射靶材的模锻工艺及其模锻挤压模具

技术领域

本发明涉及机械锻造、塑性成型的技术领域，尤其是涉及一种制造半导体工业用溅射靶材产品的模锻工艺及其模锻挤压模具。

背景技术

一般制备半导体工业用溅射靶材产品的工艺是将符合溅射靶材性能的高纯度铝或铝合金靶材与高强度铝环经过EB焊接（EB焊接即电子束焊接）成形，然后再经过精加工、粗加工等工艺，最后加工成尺寸合格的溅射靶材产品。采用EB焊接这种工艺制备溅射列靶材，在实际的生产过程中有一系列工艺要求：

①、加工设备投入大，首先需要购买电子束焊接设备，此设备当前中国只有少数几家科研机构能够生产，如：北京昆塔科技有限公司、桂林电器科学研究所等，设备及其配套装置的价格比较高；靶材焊接过程中需要配置一套焊接夹具；需要采购检测靶材焊接结合率的检测仪器，对焊接结果进行检测，包括检测焊接结合率、焊接均匀性及其焊接深度；②、焊接设备和焊接检测设备工艺控制的严格，以及设备维修等都对操作人员素质要求高；③、产品从初期开始焊接，到末期对产品进行检测，致使整个靶材制造生产周期长；对产品的检测技术要求高，焊接过程中需要进行严格的质量控制，生产效率低；④、靶材焊接结合率对EB焊接的工艺要求非常严格，如果焊接结合率低，在靶材溅射时可能导致脱落，对溅射机台造成损坏；⑤、焊接过程产生的高温很可能改变靶材的内部性能（织构、晶粒度），所以EB焊接过程中需要严格控制靶材的温度。

因此使用可以使之一体成形的模具锻造工艺可以有效弥补以上不足，达到提高生产效率、降低生产成本、保证产品质量等的目的。

模具锻造广泛地应用于工业制造的各种各样操作中，用以生产出小件或大件的成品和半成品。但是，使用模锻工艺生产溅射靶材产品存在以下技术难点：

①、使用模具挤压模锻前的铝工件，已经经过一系列塑性加工和热处理加工，靶材溅射面的内部性能已经达到了溅射靶材性能的需要。模具挤压锻造容易改变模锻超高纯铝及铝合金工件的内部结构，而铝金属的内部织构对靶材溅射性能影响巨大，决定了溅射靶材产品的成败，也是溅射靶材生产工艺中的主要解决难题和工艺控制点，是否改变靶材坯料溅射面内部性能决定了靶材坯料一体成形工艺的成败。

②、因为靶材必须固定在溅射机台内腔，且靶材在溅射过程需要承受高温、高压等一系列恶劣的环境，因此，靶材的非溅射区域需要足够的强度。超高纯铝及铝合金工件的强度在没有经过大变形量的塑性变形前是达不到要求的。所以对靶材的非溅射区域又要求有足够的塑性变形量，得到较高的塑性强度，使其能够承受靶材溅射时的恶劣环境，不影响靶材正常溅射。所以不同于靶材的溅射区域，靶材的非溅射区域又需要足够的塑性变形量。

③、本发明模锻工艺在脱模过程不可能使用顶出机构。首先靶材的模锻工艺在4000T油压机上进行，顶出机构在超高压力的作用下，会失去顶出作用；其次，顶出机构在顶出时的挤压作用会破坏靶材的溅射面，影响靶材的下一步加工尺寸。

针对上述现状，我们还需研发出一种制造溅射靶材的模锻工艺及其模锻挤压模具。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术现状而提供一种能解决使用模锻工艺生产溅射靶材产品存在的技术难点的适合制造溅射靶材的模锻工艺及其模锻挤压模具。该模锻工艺能保证溅射靶材坯料在4000T液压机床的挤压下，无需顶出机构也能顺利从凹模的凹模腔内脱模。

本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：一种制造溅射靶材的模锻工艺，其特征在于该模锻工艺是用模锻挤压模具挤压而形成溅射靶材。

形成溅射靶材的过程包括如下步骤：①、根据所需靶材溅射区域的厚度d，按变形量小于30%的计算公式 $0 < (D-d)/D < 30\%$ ，选择厚度为D的靶材坯料，并确定模具各部分尺寸；②、将制造溅射靶材的模锻挤压模具的凸模固定在液压机床的上工作台，将模锻挤压模具的凹模固定在液压机床的下工作台，且使凹模和凸模完全结合时，凹模和凸模之间形成和溅射靶材外形相应的型腔；③、使用烘箱将溅射靶材坯料预热至 $130^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ ；④、使用润滑剂涂抹在型腔的内表面；⑤、将溅射靶材坯料放置在凹模表面，启动液压机床，合模，对溅射靶材进行挤压，溅射靶材成型；⑥再次启动液压机床，开模，取出溅射靶材。

上述的润滑剂由1KG的石墨与1升的32#机油充分混合而成，当然该润滑剂也可采用现有其它润滑剂。

使用烘箱以将溅射靶材坯料预热至 150°C 为佳。预热是为了提高靶材坯料的流动性，利于成形。温度的范围选择是根据靶材材料的性质。本发明涉及高纯铝及铝合金溅射靶材。所选择的温度是为了在不改变靶材内部性能的基础上，尽可能的提高靶材的流动性。

一种制造溅射靶材的模锻挤压模具，其特征在于所述的凹模和凸模之间还具有型

腔定位结构，该型腔定位结构为：在凸模周壁内侧的下部具有一环形凸模定位台阶，在凹模腔周壁内侧的上部具有一和环形凸模定位台阶相挡位配合的环形凹模定位台阶，在凹模和凸模组合的状态下，所述的凸模定位台阶和凹模定位台阶相贴合。

上述的凹模腔周壁上表面内侧具有环形坯料定位台阶。环形坯料定位台阶即可以精确的检查坯料的直径，又能将坯料定位在模具型腔的中心位置，使坯料在模锻过程中始终处于中心位置。

上述的凸模芯、凹模腔的中间位置处分别钻有排气孔。这样在模锻过程中可以排除模具型腔内部的空气，使模具型腔内的压强与外部环境压强一致，利于成形。

上述的型腔上设有脱模斜度，解决模锻工件粘在模具型腔上的问题。

与现有技术相比，本发明的优点在于：

通过对模具各部分尺寸及坯料的尺寸设计来达到靶材溅射区域尺寸的变形量小于30%，靶材非溅射区域的塑性变形量较大。使靶材坯料采用一体成形工艺而不改变靶材坯料溅射面内部性能；使用烘箱将溅射靶材坯料预热至130℃~200℃，预热是为了提高靶材坯料的流动性，利于成形。温度的范围选择是根据靶材材料的性质。本发明涉及高纯铝及铝合金溅射靶材。所选择的温度是为了在不改变靶材内部性能的基础上，尽可能的提高靶材的流动性。本发明优选150℃；由于该溅射靶材坯料的模锻工艺是在4000T油压机上进行，顶出机构在超高压力的作用下，会失去顶出作用，还有顶出机构在顶出时的挤压作用会破坏靶材的溅射面，影响靶材的下一步加工尺寸，为了使该溅射靶材坯料在没有顶出机构也能顺利脱模，在型腔的内表面使用润滑剂涂抹，并在脱模和凹模上开有排气孔；故根据上述工艺可用模锻挤压模具一次挤压而形成合格的溅射靶材；

本发明涉及的模锻挤压模具，其在凸模周壁内侧的下部具有一环形凸模定位台阶，在凹模腔周壁内侧的上部具有一和环形凸模定位台阶相挡位配合的环形凹模定位台阶，使用定位台阶替代普通模锻挤压模具的导柱导套作为模具定位系统的设计，减少了压力装置在行进过程中移位或倾斜可能带来的不良影响；该模具在整体结构设置上很简单，模具的各部位承受的压力面积比较大，可以承受的压力也相应提高，使之能够承受0-4000T范围的压力，甚至可能是10000T的压力。当前本发明模具型腔使用在4000T超高压机床下，使用状态良好。综上所述，该模具特别适合超高纯铝及其铝合金挤压锻造，也就是说它是适合制造溅射靶材的模锻挤压模具。

附图说明

图1为本发明涉及的模锻挤压模具中凹模的剖面图；

图2为本发明涉及的模锻挤压模具中凹模的俯视图；

图3为本发明涉及的模锻挤压模具中凸模的剖面图；

图4为本发明涉及的模锻挤压模具中凸模的仰视图
图5为图1的A处放大图；
图6为图1的B处放大图；
图7为图3的C处放大图；
图8为本发明涉及的模锻挤压模具中凸模和凹模的组合示意图；
图9为图8的D处放大图；
图10为用本发明涉及的模锻挤压模具模锻出的溅射靶材图；
图11为本发明涉及的模锻挤压模具装配在油压机上的示意图。

具体实施方式

以下结合附图实施例对本发明作进一步详细描述。

一种制造溅射靶材的模锻工艺，其特征在于该模锻工艺是用模锻挤压模具挤压而形成溅射靶材。

形成溅射靶材的过程包括如下步骤：①、根据所需靶材溅射区域的厚度 d ，按变形量小于30%的计算公式 $0 < (D-d)/D < 30\%$ ，选择厚度为 D 的靶材坯料，并确定模具各部分尺寸，靶材非溅射区域的塑性变形量较大，模具各部分尺寸具体数据根据产品的尺寸会相应变化，这种变化可根据现有模锻挤压模具的设计公式来计算，其为公知常识，其中 d 值即为溅射靶材的产品尺寸加上其粗加工余量；

②、将制造溅射靶材的模锻挤压模具的凸模2固定在液压机床的上工作台，将模锻挤压模具的凹模1固定在液压机床的下工作台，且使凹模1和凸模2完全结合时，凹模和凸模之间形成和溅射靶材3外形相应的型腔4；

③、使用烘箱将溅射靶材坯料预热至 150°C ；

④、使用润滑剂涂抹在型腔4的内表面，型腔4的内表面为凸模芯21的外表面和凹模腔11的内表面组成，润滑剂由1KG的石墨与1升的32#机油充分混合而成；

⑤、将溅射靶材坯料放置在凹模表面，启动液压机床，合模，对溅射靶材进行挤压，溅射靶材成型；

⑥再次启动液压机床，开模，取出溅射靶材。

如图1~9所示，一种用于制造溅射靶材的模锻工艺中的模锻挤压模具，包括具有凹模腔11的凹模1和具有凸模芯21的凸模2，凹模腔11与凸模芯21组合后形成和溅射靶材3外形相应的型腔4，该型腔4呈大致的圆盘状，在凹模1和凸模2之间还具有型腔定位结构，该型腔4定位结构为：在凸模2周壁内侧的下部具有一环形凸模定位台阶22，如图5所示，在凹模腔11周壁内侧的上部具有一和环形凸模定位台阶22相挡位配合的环形凹模定位台阶12，如图3所示，在凹模1和凸模2组合的状态下，所述的凸模定位台阶22和凹模定位台阶12相贴合，如图7所示；在凹模腔11周壁上表面内侧具有环形坯料定位

台阶13，如图4所示，环形坯料定位台阶13即可以精确的检查坯料的直径，又能将坯料定位在模具型腔4的中心位置，使坯料在模锻过程中始终处于中心位置；所述的凸模芯21、凹模腔11的中间位置处分别钻有排气孔23、14；所述的型腔4上设有脱模斜度。

上述排气孔和脱模斜度的设计可参考模具设计手册。

如图11所示，该模具通过一装夹系统安装在油压机上：凹模垫板5和凸模垫板6使用螺杆固定在液压机床7的工作台面的梯形槽上，事先在两块垫板上分别钻好12个定位孔，利用总共24个定位孔将两块垫块5、6处于一个中心位置。然后安装模具的凹模1和凸模2，首先在垫板5、6上与卡圈8、9配对的钻好了定位的8个定位孔，利用凹模卡圈8将凹模1固定在凹模垫板5上，固定好凹模1后。将凸模2放置在凹模1上，两者利用各自的位槽12、22定位。将液压机床的下工作台面升起，当凸模2的底部与凸模垫板6完全接触后，停止上升。使用凸模卡圈9将凸模2固定在凸模垫板6上，凸模卡圈9和凸模垫板6上同样有8个定位孔。到此为止，本发明金属模锻挤压模具安装结束。在设计的路径上考虑了装夹系统的通用性，装夹系统可以适用在其他产品的模具上。当前模具型腔使用在4000T压力机床上，使用状态良好。本发明所述模具在承受10000T压力的情况下仍能正常使用，在日本经过10000T压力的测试。

工作时，将准备好标准尺寸的坯料放置在液压机床的下工作台面的凹模坯料定位台阶内，这样也可以检测坯料的直径尺寸是否合格，而且坯料放在上面时，可以有效阻止坯料移动。启动液压机，将液压机床7的下工作台面升起，在液压机床7的工作台边缘有限位开关，当模具凹模1、凸模2完全结合时，机床7的限位开关启动，机床7的下工作台上升结束。重新启动液压机床7，凹模1随液压机床7的下工作台回程至下限位置，取出溅射靶材3，溅射靶材3呈大致的圆盘状，如图10所示，整个挤压模锻工作循环结束。

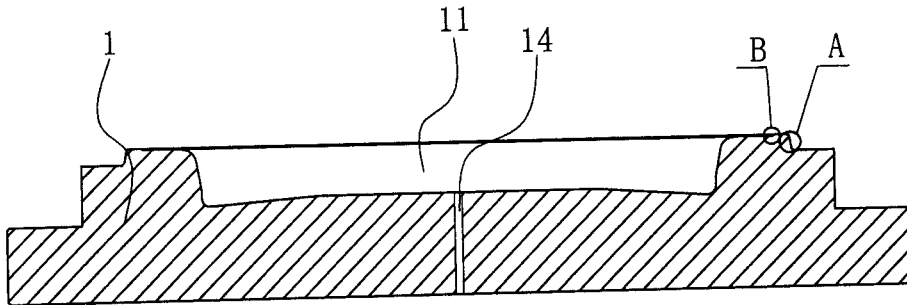


图1

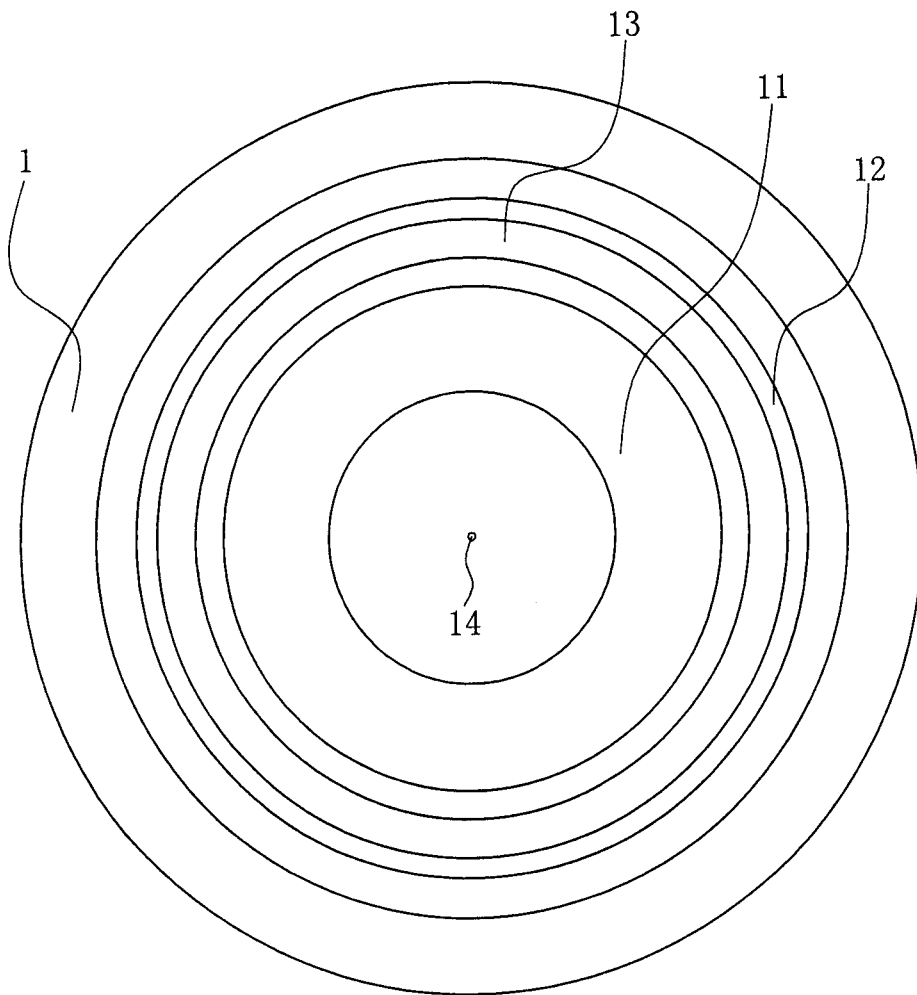


图2

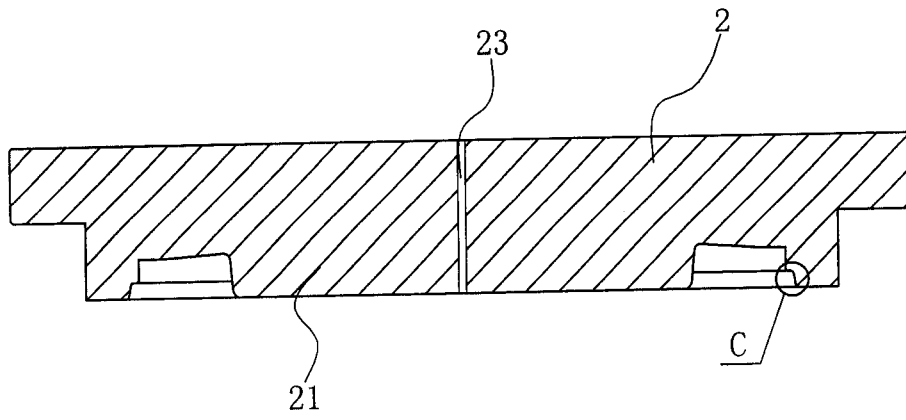


图3

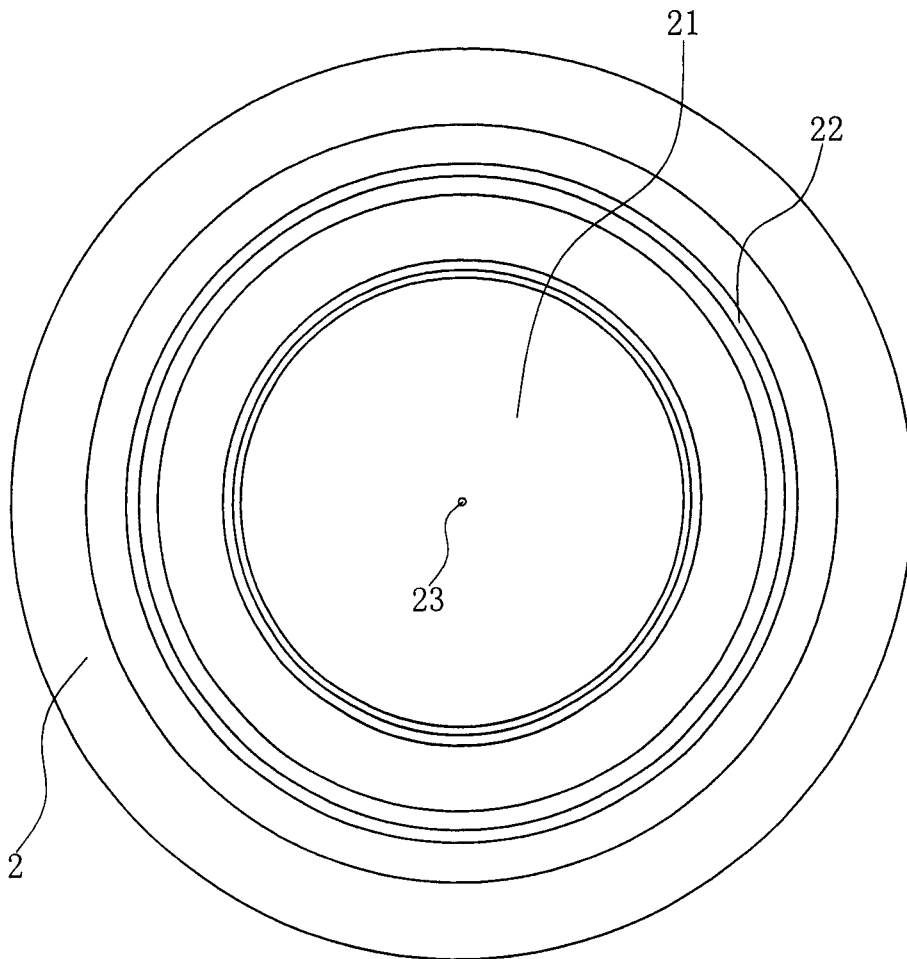


图4

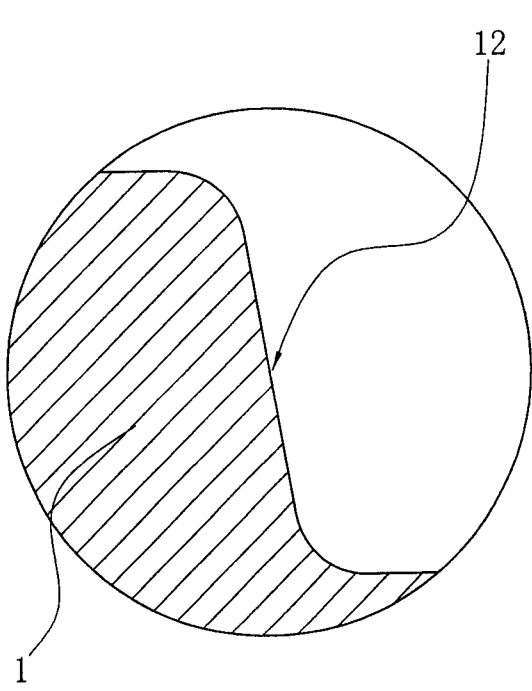


图5

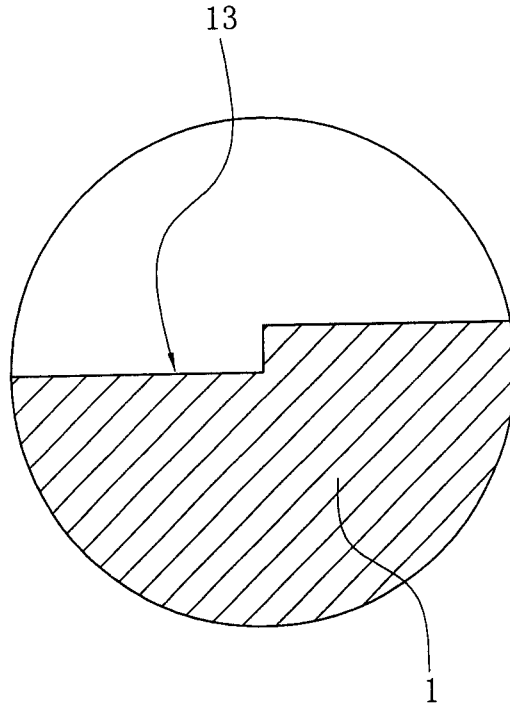


图6

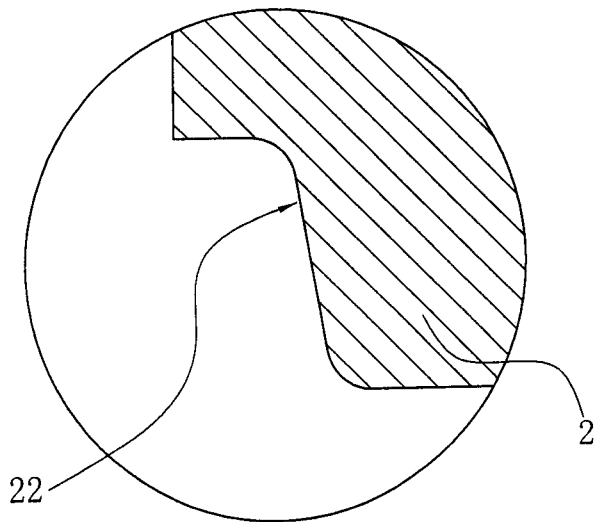


图7

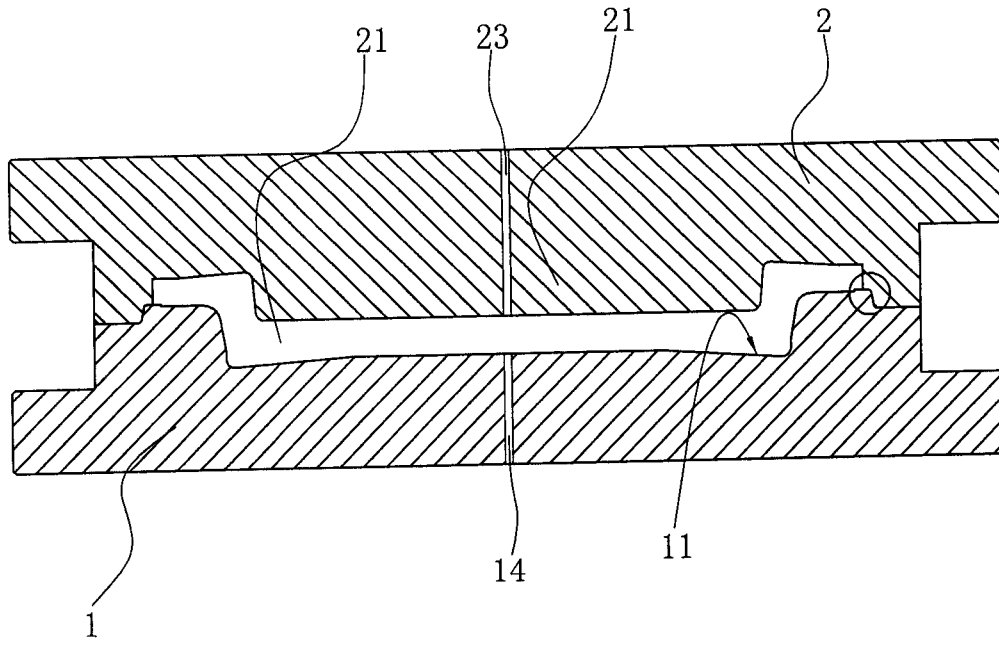


图8

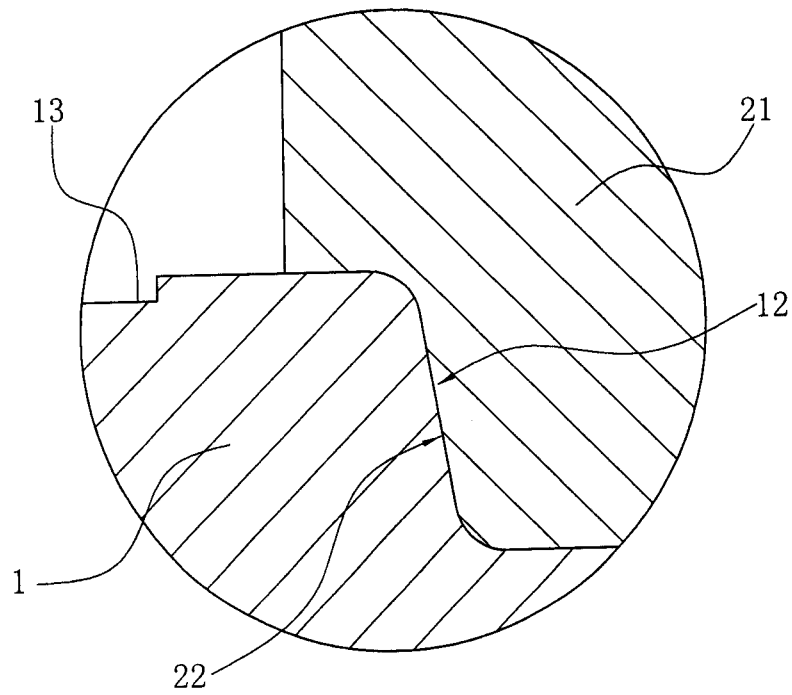


图9



图10

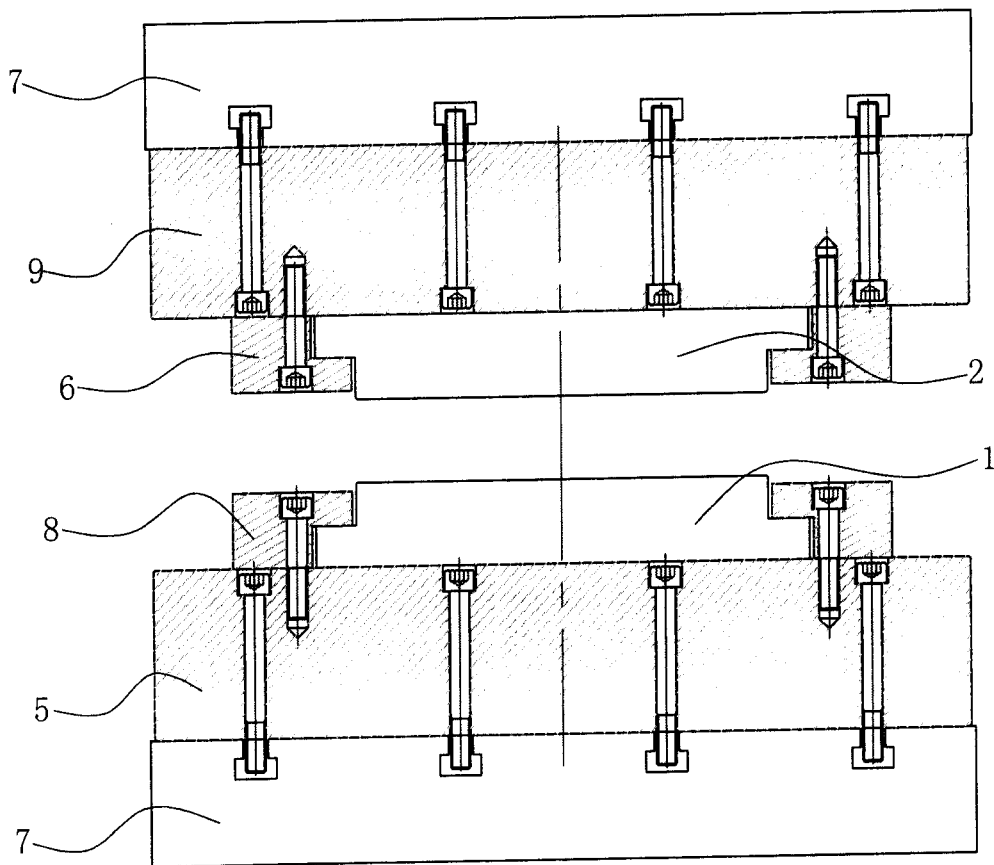


图11