



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105241752 B

(45)授权公告日 2017.09.22

(21)申请号 201410504759.3

(22)申请日 2014.09.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105241752 A

(43)申请公布日 2016.01.13

(73)专利权人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 何维均 栾佰峰 黄光杰 刘庆

(74)专利代理机构 重庆大学专利中心 50201

代理人 王翔

(51)Int.Cl.

G01N 3/08(2006.01)

G01N 3/02(2006.01)

审查员 周立新

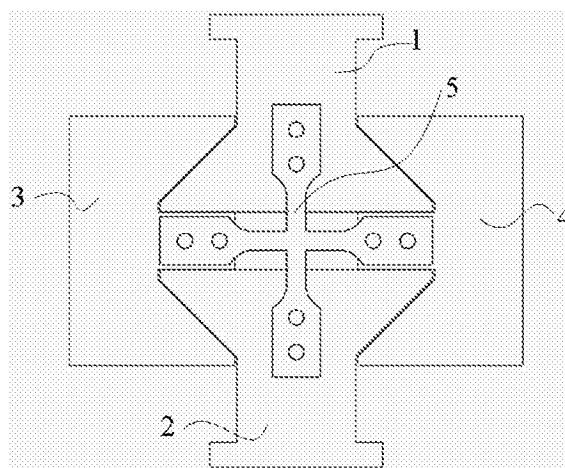
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

一种板材成形极限图测试装置及其方法

(57)摘要

本发明涉及一种板材成形极限图测试装置及其方法,属于板成形测试技术领域。本发明成形极限图测试装置及方法能在普通拉伸试验机上实现板材成形极限图右半部分的测试。本发明成形极限图测试装置由多组不同楔形角的楔形模组成,每组楔形模包括四只楔形模,上楔形模与下楔形模上下相对设置,左楔形模与右楔形模左右相对设置。上楔形模与左、右楔形模通过楔形面相互滑动配合,下楔形模也与左、右楔形模通过楔形面相互滑动配合。试样为十字形,试样的四个端头分别固定在上、下、左以及右楔形模上。实验时,上楔形模与下楔形模的上下相对运动带动左楔形模与右楔形模的左右相对运动,从而实现试样双向应力状态的变形。



1. 一种板材成形极限图测试装置,其特征在于:包括用于安装待测试件(5)的上楔形模板(1)、下楔形模板(2)、左楔形模板(3)和右楔形模板(4);

所述上楔形模板(1)、下楔形模板(2)、左楔形模板(3)和右楔形模板(4)组合在一起;

上楔形模板(1)的下端面为平面、下楔形模板(2)的上端面为平面;

所述上楔形模板(1)的左右两侧各有一个工作平面,这两个工作平面与上楔形模板(1)的下端面的夹角均为 α ;

所述下楔形模板(2)的左右两侧各有一个工作平面,这两个工作平面与下楔形模板(2)的上端面的夹角均为 α ;

所述左楔形模板(3)的右侧端面开有两个三角槽;这两个三角槽中,上面的三角槽的槽壁面与上楔形模板(1)的一个工作平面配合,下面的三角槽的槽壁面与下楔形模板(2)的一个工作平面配合;

所述右楔形模板(4)的左侧端面开有两个三角槽;这两个三角槽中,上面的三角槽的槽壁面与上楔形模板(1)的一个工作平面配合,下面的三角槽的槽壁面与下楔形模板(2)的一个工作平面配合;

所述待测试件(5)为“十字”形,其各个分支分别被固定在上楔形模板(1)、下楔形模板(2)、左楔形模板(3)和右楔形模板(4)上;

所述上楔形模板(1)和下楔形模板(2)连接拉伸装置;

若夹角均为 α 为锐角,分别向上、下拉动上楔形模板(1)和下楔形模板(2)时,左楔形模板(3)和右楔形模板(4)分别向左右两边移动;

若夹角均为 α 为直角,分别向上、下拉动上楔形模板(1)和下楔形模板(2)时,左楔形模板(3)和右楔形模板(4)不移动;

所述上楔形模板(1)、下楔形模板(2)、左楔形模板(3)和右楔形模板(4)上分别具有连接销I(103)、连接销II(203)、连接销III(304)和连接销IV(404)。

2. 一种板材成形极限图测试装置,其特征在于:包括用于安装待测试件(5)的上楔形模板(1)、下楔形模板(2)、左楔形模板(3)和右楔形模板(4);

所述上楔形模板(1)和下楔形模板(2)形状相同;所述左楔形模板(3)和右楔形模板(4)形状相同;

所述上楔形模板(1)的上端是连接柄I(101)、下端是等腰梯形板I(102);所述等腰梯形板I(102)左侧的倾斜面为工作面I-I(1021)、右侧的倾斜面为工作面I-II(1022);所述连接柄I(101)与位于上楔形模板(1)上方的拉伸装置I连接;

所述下楔形模板(2)的下端是连接柄II(201)、上端是等腰梯形板II(202);所述等腰梯形板II(202)左侧的倾斜面为工作面II-II(2022)、右侧的倾斜面为工作面II-I(2021);所述连接柄II(201)与位于下楔形模板(2)上方的拉伸装置II连接;

所述左楔形模板(3)的右侧开有三角形槽III-I(301)和三角形槽III-II(302);所述三角形槽III-I(301)和三角形槽III-II(302)之间的实体部分是矩形板III(303);所述三角形槽III-I(301)上端的倾斜面为工作面III-I(3021);所述三角形槽III-II(302)下端的倾斜面为工作面III-II(3022);

所述右楔形模板(4)的左侧开有三角形槽IV-II(402)和三角形槽IV-I(401);所述三角形槽IV-I(401)和三角形槽IV-II(402)之间的实体部分是矩形板IV(403);所述三角形槽

IV-II (402) 上端的倾斜面为工作面IV-II (4022);所述三角形槽IV-I (401) 下端的倾斜面为工作面IV-I (4021);

所述上楔形模板(1)的下方是下楔形模板(2);所述左楔形模板(3)位于上楔形模板(1)和下楔形模板(2)的左侧;所述右楔形模板(4)位于上楔形模板(1)和下楔形模板(2)的右侧;

所述等腰梯形板I (102)的两侧分别嵌入三角形槽III-I (301)和三角形槽IV-II (402)中,使得工作面I-I (1021)与工作面III-I (3021)接触、工作面I-II (1022)与工作面IV-II (4022)接触;

所述等腰梯形板II (202)的两侧分别嵌入三角形槽III-II (302)和三角形槽IV-I (401)中,使得工作面II-II (2022)与工作面III-II (3022)接触、工作面II-I (2021)与工作面IV-I (4021)接触;

所述待测试件(5)为十字形;所述待测试件(5)的各个分支分别连接在上楔形模板(1)、下楔形模板(2)、左楔形模板(3)和右楔形模板(4)上。

3. 根据权利要求2所述的一种板材成形极限图测试装置,其特征在于:所述等腰梯形板I (102)和等腰梯形板II (202)的底角均为 α ;所述三角形槽III-I (301)、三角形槽III-II (302)、三角形槽IV-I (401)和三角形槽IV-II (402)的槽角均为 α 。

4. 一种采用1~3任一权利要求所述装置的板材成形极限图测试方法。

一种板材成形极限图测试装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及属于板成形测试技术领域。

背景技术

[0002] 板料成形是材料成形领域中重要的组成部分,在国民经济中占有十分重要的地位。板料在板成形过程中往往处于平面应力状态,因此一般采用成形极限图来衡量板料成形性,成形极限图也是板成形工艺制定以及相关工模具设计的重要依据。如何准确的获得板料的成形极限图是板成形领域中一个重要的研究方向。

[0003] 目前,板材成形极限图主要是采用钢模胀形的方法获得,如国家标准“GB/T 15825.8-2008”所述。采用钢模胀形方法测试成形极限图时,首先需要加工制备一组不同长宽比的矩形试样,然后采用一定的方法在试样表面刻蚀网格,接着将准备好的试样固定在压边圈与凹模之间,并采用半球形凸模进行胀形直至试样破裂,最后测量不同样品临界开裂网格的长短轴尺寸并换算得到成形极限图。

[0004] 对于钢模胀形方法,实验结束后的板材变为球形,这对后续网格尺寸的精确测试造成了困难,不利于获得准确的成形极限图。

发明内容

[0005] 本发明的目的是解决现有的成形极限图右半部分测量技术中,因板材变形为曲面而无法准确测试临界开裂应变的问题。

[0006] 为实现本发明目的而采用的技术方案是这样的,包括用于安装待测试件的上楔形模板、下楔形模板、左楔形模板和右楔形模板。

[0007] 所述上楔形模板、下楔形模板、左楔形模板和右楔形模板组合在一起。

[0008] 上楔形模板的下端面为平面、下楔形模板的上端面为平面。

[0009] 所述上楔形模板的左右两侧各有一个工作平面,这两个工作平面与上楔形模板的下端面的夹角均为 α 。

[0010] 所述下楔形模板的左右两侧各有一个工作平面,这两个工作平面与下楔形模板的上端面的夹角均为 α 。

[0011] 所述左楔形模板的右侧端面开有两个三角槽。这两个三角槽中,上面的三角槽的槽壁面与上楔形模板的一个工作平面配合,下面的三角槽的槽壁面与下楔形模板的一个工作平面配合。

[0012] 所述右楔形模板的左侧端面开有两个三角槽。这两个三角槽中,上面的三角槽的槽壁面与上楔形模板的一个工作平面配合,下面的三角槽的槽壁面与下楔形模板的一个工作平面配合。

[0013] 所述待测试件为“十字”形,其各个分支分别被固定在上楔形模板、下楔形模板、左楔形模板和右楔形模板上。

[0014] 所述上楔形模板和下楔形模板连接拉伸装置。

[0015] 若夹角均为 α 为锐角,分别向上、下拉动上楔形模板和下楔形模板时,左楔形模板和右楔形模板分别向左右两边移动。

[0016] 若夹角均为 α 为直角,分别向上、下拉动上楔形模板和下楔形模板时,左楔形模板和右楔形模板不移动。

[0017] 更为具体地,一种板材成形极限图测试装置,包括用于安装待测试件的上楔形模板、下楔形模板、左楔形模板和右楔形模板。

[0018] 所述上楔形模板和下楔形模板形状相同。所述左楔形模板和右楔形模板形状相同。

[0019] 所述上楔形模板的上端是连接柄I、下端是等腰梯形板I。所述等腰梯形板I左侧的倾斜面为工作面I-I、右侧的倾斜面为工作面I-II。所述连接柄I与位于上楔形模板上方的拉伸装置I连接。

[0020] 所述下楔形模板的下端是连接柄II、上端是等腰梯形板II。所述等腰梯形板II左侧的倾斜面为工作面II-II、右侧的倾斜面为工作面II-I。所述连接柄II与位于下楔形模板上方的拉伸装置II连接。

[0021] 所述左楔形模板的右侧开有三角形槽III-I和三角形槽III-II。所述三角形槽III-I和三角形槽III-II之间的实体部分是矩形板III。所述三角形槽III-I上端的倾斜面为工作面III-I。所述三角形槽III-II下端的倾斜面为工作面III-II。

[0022] 所述右楔形模板的左侧开有三角形槽IV-II和三角形槽IV-I。所述三角形槽IV-I和三角形槽IV-II之间的实体部分是矩形板IV。所述三角形槽IV-II上端的倾斜面为工作面IV-II。所述三角形槽IV-I下端的倾斜面为工作面IV-I。

[0023] 所述上楔形模板的下方是下楔形模板。所述左楔形模板位于上楔形模板和下楔形模板的左侧。所述右楔形模板位于上楔形模板和下楔形模板的右侧。

[0024] 所述等腰梯形板I的两侧分别嵌入三角形槽III-I和三角形槽IV-II中,使得所述滑动面I-I与滑动面III-I接触、所述滑动面I-II与滑动面IV-II接触。

[0025] 所述等腰梯形板II的两侧分别嵌入三角形槽III-II和三角形槽IV-I中,使得所述滑动面II-II与滑动面III-II接触、所述滑动面II-I与滑动面IV-I接触。

[0026] 所述待测试件为十字形。所述待测试件的各个分支分别连接在上楔形模板、下楔形模板、左楔形模板和右楔形模板上。

[0027] 进一步,所述等腰梯形板I和等腰梯形板II的底角均为 α 。所述三角形槽III-I、三角形槽III-II、三角形槽IV-I和三角形槽IV-II的槽角均为 α 。

[0028] 进一步,所述上楔形模板、下楔形模板、左楔形模板和右楔形模板上分别具有连接销I、连接销II、连接销III和连接销IV。

[0029] 本发明还要求保护一种采用上述装置的板材成形极限图测试方法。

[0030] 本发明的优点是:

[0031] 1、相接触的各个楔形模板之间分别通过楔形面(工作面)实现滑动配合。在实验过程中,上楔形模与下楔形模的上下相对运动能促使左楔形模与右楔形模的左右相对运动,从而实现“十”字状试样在双向应力状态下的变形,而且保证试样在实验过程中始终为平面形状,避免了传统胀形方法因试样曲面化而引起应变测量不准确的问题。

[0032] 2、本发明结构与原理相对简单,可应用于普通拉伸实验机上,从而测试得到板材

的右半部分成形极限图。

[0033] 3、本发明不受板材厚度变化的影响，不会因为不同厚度的板材而更换不同的模具，特别适用于厚度为0.5mm~3mm板材成形极限图的测试。

[0034] 4、本发明可以准备多组有着不同角度楔形面的楔形模板，完成右半部分成形极限图的测试。

附图说明

[0035] 图1为本发明测试装置楔形模装配示意图；

[0036] 图2为本发明测试装置上楔形模示意图；

[0037] 图3为本发明测试装置下楔形模示意图；

[0038] 图4为本发明测试装置左楔形模示意图；

[0039] 图5为本发明测试装置右楔形模示意图；

[0040] 图6为本发明测试装置测试成形极限图所采用的试样示意图。

[0041] 图中：

[0042] 上楔形模板(1)、连接柄I(101)、等腰梯形板I(102)、连接销I(103)、工作面I-I(1021)、工作面I-II(1022)、

[0043] 下楔形模板(2)、连接柄II(201)、等腰梯形板II(202)、连接销II(203)、工作面II-I(2021)、工作面II-II(2022)、

[0044] 左楔形模板(3)、三角形槽III-I(301)、三角形槽III-II(302)、矩形板III(303)、连接销III(304)、工作面III-I(3021)、工作面III-II(3022)、

[0045] 右楔形模板(4)、三角形槽IV-I(401)、三角形槽IV-II(402)、矩形板IV(403)、连接销IV(404)、工作面IV-I(4021)、工作面IV-II(4022)、

[0046] 待测试件(5)、连接孔I(501)、连接孔II(502)、连接孔III(503)、连接孔IV(504)。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明，但不应该理解为本发明上述主题范围仅限于下述实施例。在不脱离本发明上述技术思想的情况下，根据本领域普通技术知识和惯用手段，做出各种替换和变更，均应包括在本发明的保护范围内。

[0048] 实施例1：

[0049] 一种板材成形极限图测试装置，包括用于安装待测试件5的上楔形模板1、下楔形模板2、左楔形模板3和右楔形模板4。

[0050] 参见图1，所述上楔形模板1、下楔形模板2、左楔形模板3和右楔形模板4组合在一起。

[0051] 上楔形模板1的下端面为平面、下楔形模板2的上端面为平面。

[0052] 所述上楔形模板1的左右两侧各有一个工作平面，这两个工作平面与上楔形模板1的下端面的夹角均为 α 。

[0053] 所述下楔形模板2的左右两侧各有一个工作平面，这两个工作平面与下楔形模板2的上端面的夹角均为 α 。

[0054] 所述左楔形模板3的右侧端面开有两个三角槽。这两个三角槽(“V”形槽)均包括两

个槽壁面。三角槽中,上方的槽壁面与上楔形模板1的一个工作平面配合,下方的槽壁面与下楔形模板2的一个工作平面配合(各个板子组合在一起后,面接触)。

[0055] 所述右楔形模板4的左侧端面开有两个三角槽。这两个三角槽中,上面的三角槽的槽壁面与上楔形模板1的一个工作平面配合,下面的三角槽的槽壁面与下楔形模板2的一个工作平面配合。

[0056] 所述待测试件5为“十字”形(就有四个分支),其各个分支分别被固定在上楔形模板1、下楔形模板2、左楔形模板3和右楔形模板4上。

[0057] 所述上楔形模板1和下楔形模板2连接拉伸装置。启动拉伸装置时,上楔形模板1和下楔形模板2分别向上、向下移动,拉伸所述待测试件5。

[0058] 若夹角均为 α 为锐角,分别向上、下拉动上楔形模板1和下楔形模板2时,左楔形模板3和右楔形模板4分别向左右两边移动。

[0059] 若夹角均为 α 为直角,分别向上、下拉动上楔形模板1和下楔形模板2时,左楔形模板3和右楔形模板4不移动。

[0060] 实施例2:

[0061] 一种板材成形极限图测试装置,包括用于安装待测试件5的上楔形模板1、下楔形模板2、左楔形模板3和右楔形模板4。

[0062] 所述上楔形模板1和下楔形模板2形状相同。所述左楔形模板3和右楔形模板4形状相同。

[0063] 所述上楔形模板1、下楔形模板2、左楔形模板3和右楔形模板4拼合在一起。

[0064] 所述上楔形模板1的两侧分别与左楔形模板3和右楔形模板4配合。所述下楔形模板2的两侧分别与左楔形模板3和右楔形模板4配合。

[0065] 所述待测试件5为“十字”形,其各个分支分别被固定在上楔形模板1、下楔形模板2、左楔形模板3和右楔形模板4上。

[0066] 所述上楔形模板1和下楔形模板2连接拉伸装置。即上楔形模板1和下楔形模板2分别与拉伸装置的上下夹头连接,启动拉伸装置时,上楔形模板1向上移动、下楔形模板2向下移动。

[0067] 若所述上楔形模板1的两侧与左楔形模板3和右楔形模板4配合处为锐角(上楔形模板1的两侧尖角分别嵌入左楔形模板3和右楔形模板4中),且所述下楔形模板2与左楔形模板3和右楔形模板4配合处为锐角(下楔形模板2的两侧尖角分别嵌入左楔形模板3和右楔形模板4中)。分别向上、下拉动上楔形模板1和下楔形模板2时,左楔形模板3和右楔形模板4分别向左右两边移动。这时,向上下左右四个方向拉伸被测试件5。

[0068] 若所述上楔形模板1的两侧与左楔形模板3和右楔形模板4配合处为直角,且所述下楔形模板2与左楔形模板3和右楔形模板4配合处为直角。分别向上、下拉动上楔形模板1和下楔形模板2时,左楔形模板3和右楔形模板4不移动。这时,向上、下方向拉伸被测试件5。

[0069] 实施例3:

[0070] 一种板材成形极限图测试装置,包括用于安装待测试件5的上楔形模板1、下楔形模板2、左楔形模板3和右楔形模板4。这些模板均是具有相同厚度的金属板。本实施例所称模板的形状,即是各块金属板板面的形状。

[0071] 参见图1,所述上楔形模板1和下楔形模板2形状、各部分的尺寸大小相同,二者上

下对称地摆放。所述左楔形模板3和右楔形模板4形状、各部分的尺寸大小相同,二者左右对称地摆放。

[0072] 所述上楔形模板1的上端是连接柄I101、下端是等腰梯形板I102,即使得上楔形模板1的形状类似于汉字的“山”字。参见图2,由于等腰梯形具有两个相等的底角和两条相等的腰,所以,所述等腰梯形板I102左右两侧具有角度相等的尖角(即对应于等腰梯形的底角 α);所述等腰梯形板I102两侧具有长度相等的工作面(即对应于等腰梯形的两腰)。所述等腰梯形板I102左侧的工作面I-I1021、右侧的工作面I-II1022。所述连接柄I101与位于上楔形模板1上方的拉伸装置I连接。实施例中,拉伸装置I和拉伸装置II是同一台拉伸机的上下夹头。

[0073] 所述下楔形模板2的下端是连接柄II201、上端是等腰梯形板II202,即使得下楔形模板2的形状类似于倒过来写的汉字的“山”字。参见图3,由于等腰梯形具有两个相等的底角和两条相等的腰,所以,所述等腰梯形板II202左右两侧具有角度相等的尖角(即对应于等腰梯形的底角 α);所述等腰梯形板II202两侧具有长度相等的工作面(即对应于等腰梯形的两腰)。所述等腰梯形板II202左侧的工作面II-II2022、右侧的工作面II-I2021。所述连接柄II201与位于下楔形模板2上方的拉伸装置II连接。

[0074] 值得说明的是,所述连接柄I101、等腰梯形板I102、连接销I103、工作面I-I1021和工作面I-II1022,分别与连接柄II201、等腰梯形板II202、连接销II203、工作面II-I2021和工作面II-II2022的形状、尺寸均相同。

[0075] 所述左楔形模板3最初是一块矩形的金属板,加工后,所述左楔形模板3的右侧开有贯通其两个板面的三角形槽III-I301和三角形槽III-II302。所述三角形槽III-I301和三角形槽III-II302之间的实体部分是矩形板III303。这样就使得左楔形模板3的形状类似于字母E。三角形槽III-I301位于三角形槽III-II302上方。三角形槽III-I301和三角形槽III-II302的槽口均在左楔形模板3的右侧面,槽底角均为 α 。三角形槽III-I301的下端的表面为水平面、上端的表面为倾斜面,这使得三角形槽III-I301的(截面)形状为直角三角形。所述三角形槽III-I301上端的倾斜面为滑动面III-I3021。类似的,所述三角形槽III-II302的下端的表面为倾斜面、上端的表面为水平面,这使得三角形槽III-II302的(截面)形状为直角三角形。所述三角形槽III-II302下端的倾斜面为滑动面III-II3022。

[0076] 所述右楔形模板4最初是一块矩形的金属板,加工后,所述右楔形模板4的左侧开有贯通其两个板面的三角形槽IV-II402和三角形槽IV-I401。所述三角形槽IV-I401和三角形槽IV-II402之间的实体部分是矩形板IV403。这样就使得右楔形模板4的形状类似于字母E。三角形槽IV-II401位于三角形槽IV-I402下方。三角形槽IV-II402和三角形槽IV-I401的槽口均在右楔形模板4的左侧面,槽底角均为 α 。

[0077] 三角形槽IV-II402的下端的表面为水平面、上端的表面为倾斜面,这使得三角形槽IV-II402的(截面)形状为直角三角形。所述三角形槽IV-II402上端的倾斜面为滑动面IV-II4022。类似的,所述三角形槽IV-I401的下端的表面为倾斜面、上端的表面为水平面,这使得三角形槽IV-I401的(截面)形状为直角三角形。所述三角形槽IV-I401下端的倾斜面为滑动面IV-I4021。

[0078] 所述上楔形模板1的下方是下楔形模板2。所述左楔形模板3位于上楔形模板1和下楔形模板2的左侧。所述右楔形模板4位于上楔形模板1和下楔形模板2的右侧。

[0079] 所述等腰梯形板 I102 的两侧 (的尖角) 分别嵌入三角形槽 III-I301 和三角形槽 IV-II 402 中,使得所述工作面 I-I1021 与工作面 III-I3021 滑动配合、所述工作面 I-II 1022 与工作面 IV-II 4022 滑动配合。向上拉伸等腰梯形板 I102 时,左楔形模板 3 和右楔形模板 4 分别向左右两侧分开。

[0080] 所述等腰梯形板 II 202 的两侧 (的尖角) 分别嵌入三角形槽 III-II 302 和三角形槽 IV-I401 中,使得所述工作面 II-II 2022 与工作面 III-II 3022 滑动配合、所述工作面 II-I2021 与工作面 IV-I4021 滑动配合。向下拉伸等腰梯形板 II 202 时,左楔形模板 3 和右楔形模板 4 分别向左右两侧分开。

[0081] 所述待测试件 5 为十字形。所述待测试件 5 的四个分支分别连接在上楔形模板 1、下楔形模板 2、左楔形模板 3 和右楔形模板 4 上。

[0082] 实施例 4:

[0083] 本实施例主要结构同实施例 1,为了方便固定被测试件 5,所述上楔形模板 1、下楔形模板 2、左楔形模板 3 和右楔形模板 4 上分别具有连接销 I103、连接销 II 203、连接销 III 304 和连接销 IV 404。对应地,所述待测试件 5 的四个分支上分别打有连接孔 I501、连接孔 II 502、连接孔 III 503 和连接孔 IV 504,连接销可以嵌入这些孔中。

[0084] 实施例 5:

[0085] 本实施例中,采用了多套实施例 1、2 或 3 公开的装置,其中,所述等腰梯形板 I102 和等腰梯形板 II 202 的底角均为 α 。所述三角形槽 III-I301、三角形槽 III-II 302、三角形槽 IV-I 401 和三角形槽 IV-II 402 的槽角均为 α 。 α 取值范围是 $[20^\circ, 90^\circ]$ 。若 α 取值范围小于 90° 时,则该装置是实施例 2 或 3 所述的装置。

[0086] 本实施例公开一种基于实施例 1 装置的板材成形极限图测试方法,主要包括以下步骤:

[0087] 1) 将待测板材加工为如图 6 所示的“十”字形试样,并在四个端头加工出定位孔;

[0088] 2) 采用化学腐蚀或者其他方法在试样上刻上适当尺寸的圆形网格,以便实验结束后测量应变,或者在实验过程中实时测量应变;

[0089] 3) 选用一套测试装置,该装置的角度参数 α 已知,例如 45° 。将步骤 1) 与 2) 所加工试样与一组楔形模采用图 1 所示的装配方式进行组装,并将上楔形模板 1 和下楔形模板 2 分别与拉伸试验机相连;

[0090] 4) 实验开始后,上楔形模板 1 和下楔形模板 2 由拉伸试验机驱动,产生上下相对运动,并促使左楔形模板 3 与右楔形模板 4 发生左右方向的相对运动,从而实现试样 5 在双向应力状态下的变形。(或者,上楔形模板 1 与下楔形模板 2 产生上下相对运动,左楔形模板 3 与右楔形模板 4 相对不动,实现试样的平面应变拉伸变形。)当试样开裂时,停止实验;由于,各个楔形模板均在同一个平面内发生相对运动,试样不会发生曲面化变形。

[0091] 5) 取下试样,测量临界开裂位置的应变,得到成形极限图上的一点;

[0092] 实施例中,可以重复步骤 3) -5),在步骤 3) 中选用不同角度参数 α 的测试装置,直至绘制一张完右半部分的成形极限图。

[0093] 实施例结果表明,本发明的测试装置可在保证试样为平面形状的前提下实现双向应力状态下的变形,从而避免了传统胀形方法导致试样曲面化而引起的应变测量不准的问题。本发明成形极限图测试装置结构简单,制造加工成本低且简单易于加工。本发明成形极

限图测试装置应用范围广,不受板材厚度的限制,应用结果表明,对于板材厚度在0.5mm~3mm以内的样品,结果最佳。

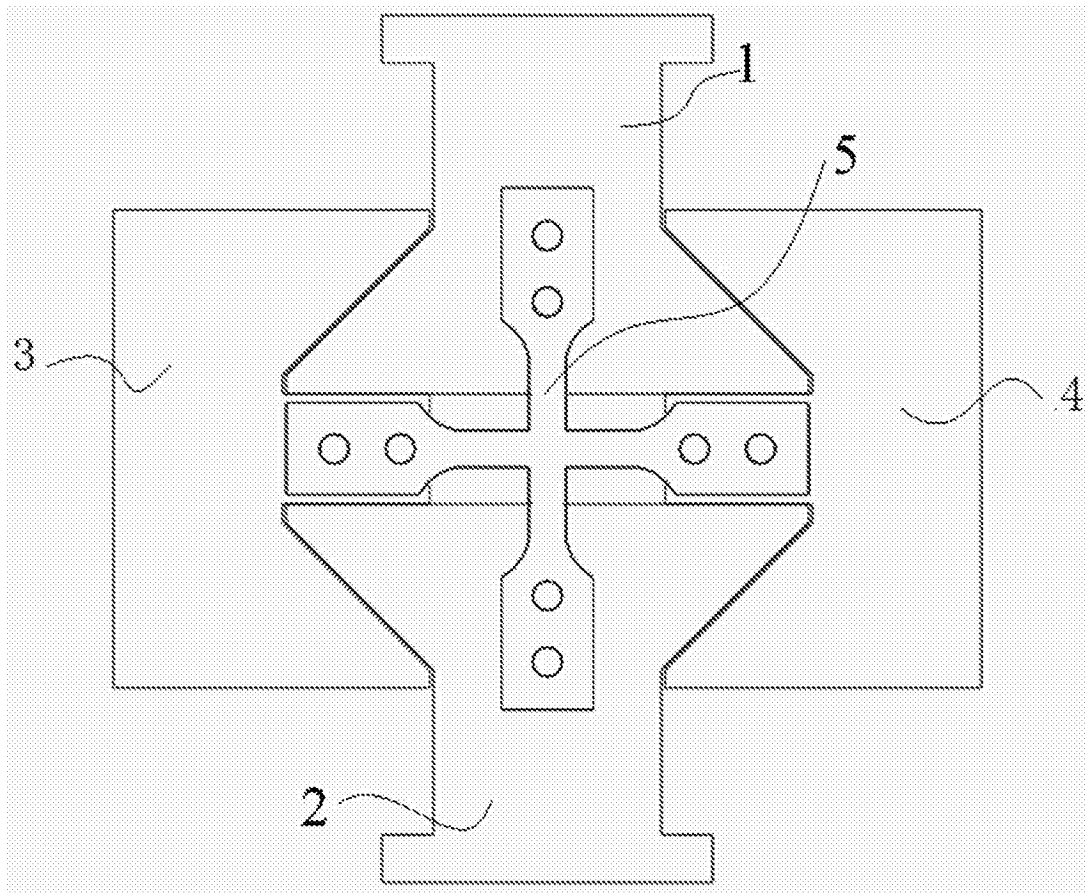


图1

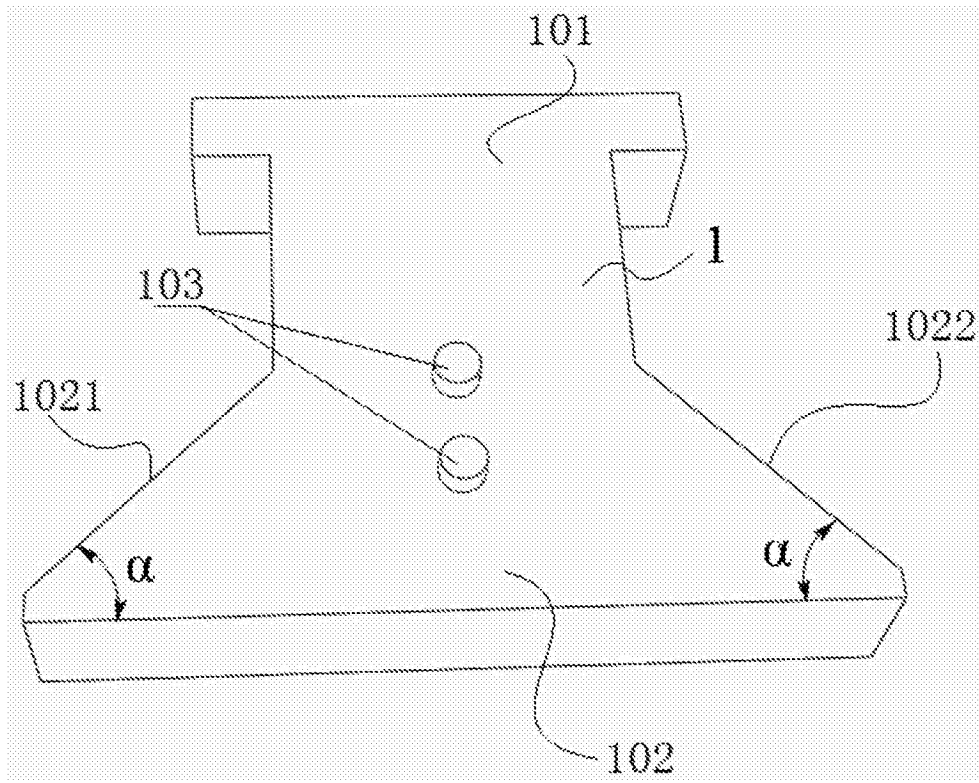


图2

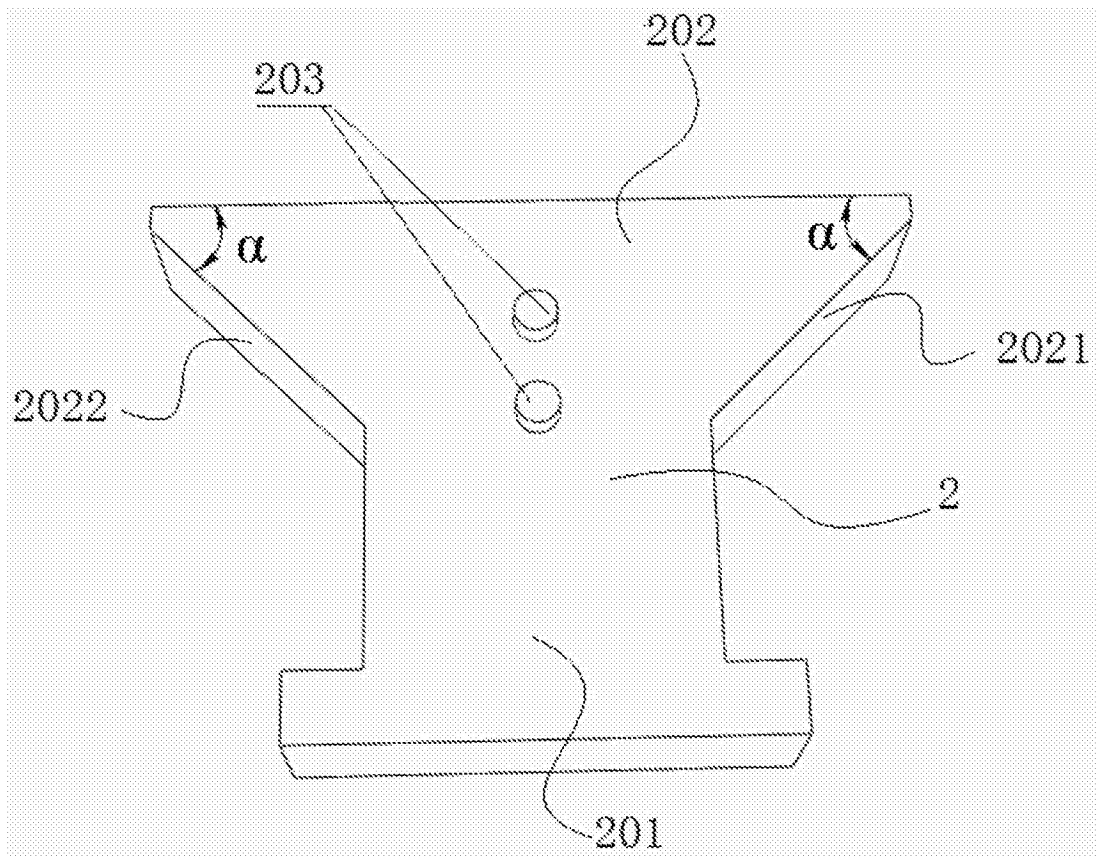


图3

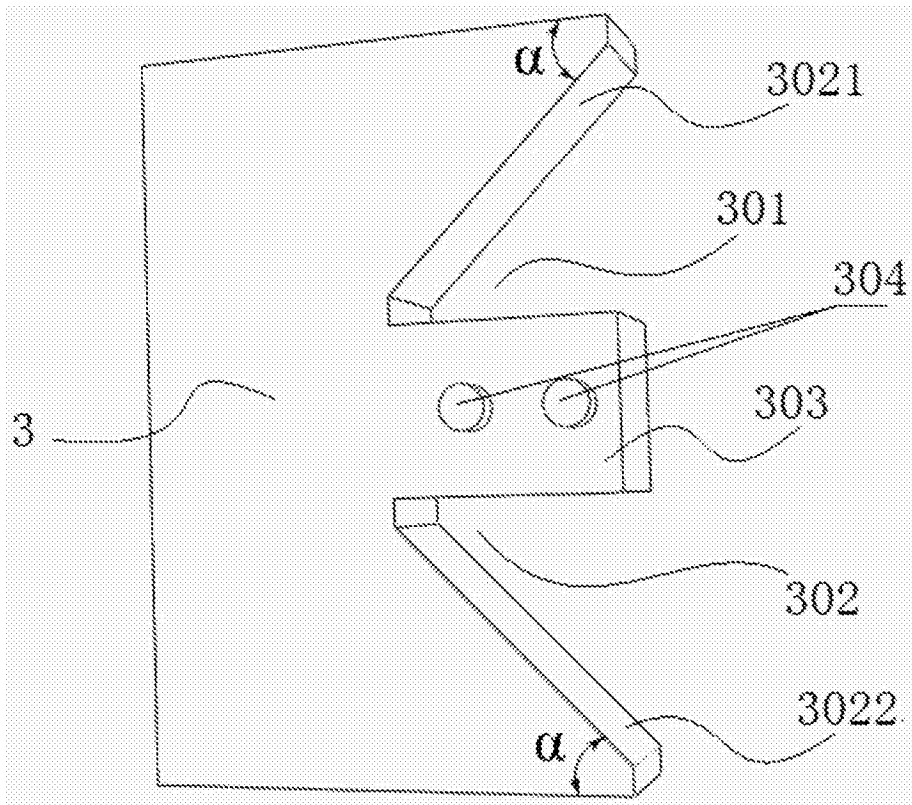


图4

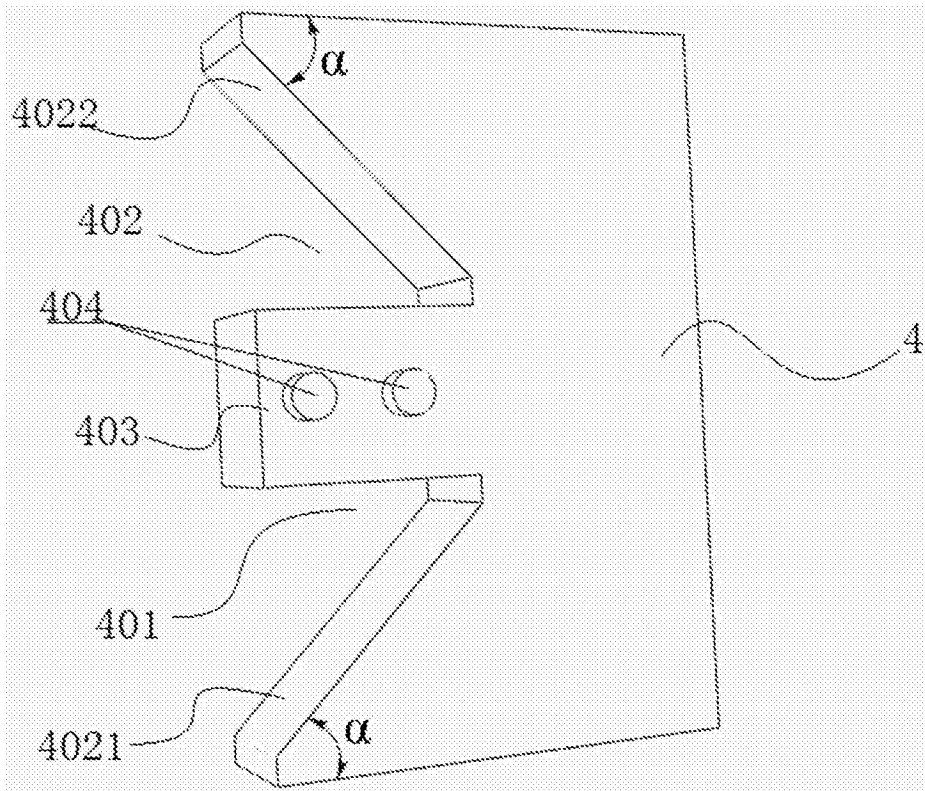


图5

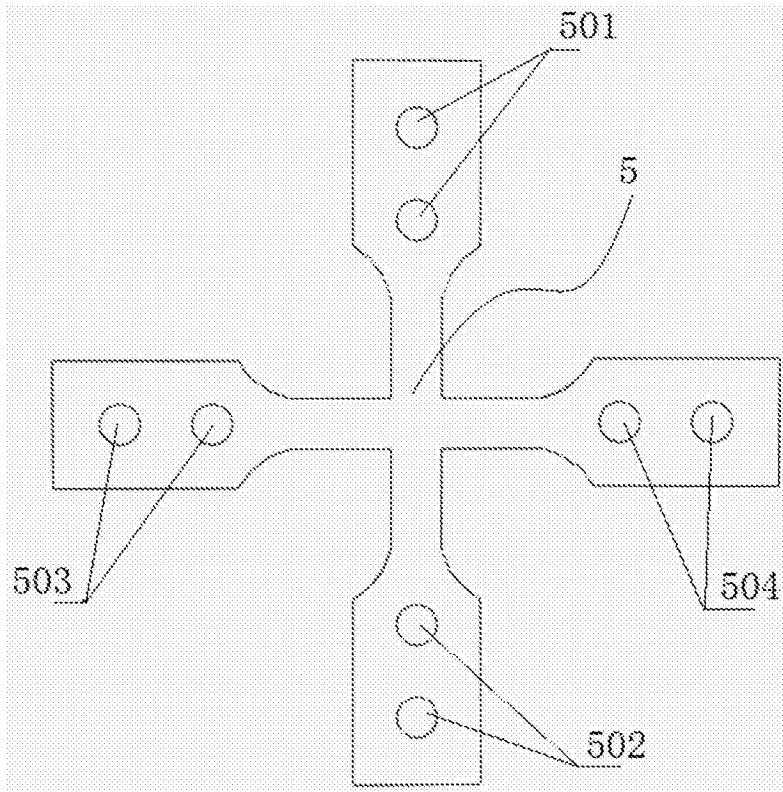


图6