



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101970147 B

(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 200880115932.3

迈克尔·卡斯特路西

(22)申请日 2008.01.24

(74)专利代理机构 上海金盛协力知识产权代理有限公司 31242

(30)优先权数据

0722263.1 2007.11.13 GB
11/962,564 2007.12.21 US

代理人 段迎春

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2010.05.10

(51)Int.Cl.

B21D 13/10(2006.01)
E04C 2/32(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2008/000261 2008.01.24

审查员 汪晓风

(87)PCT国际申请的公布数据
W02009/063154 EN 2009.05.22

(73)专利权人 哈德利工业海外控股有限公司
地址 英国西米德兰

(72)发明人 杰弗里·托马斯·迪利
罗伊·汉佩吉

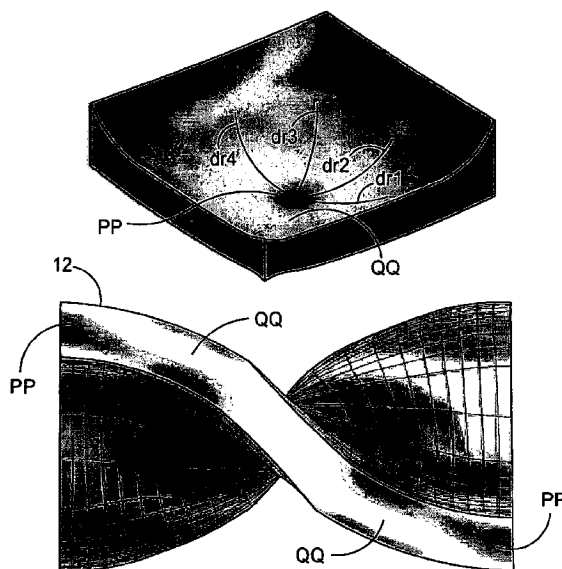
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54)发明名称

冷板材料以及制造冷板材料的方法和工具

(57)摘要

本发明公开了一种冷轧板材,在其两个表面上具有多行凸起部(11)和多行凹部(12),在一个面上的凸起部(11)对应于另一个面上的凹部(12),所述凸起部(11)和凹部(12)的相对位置如下:在相邻行的凸起部(11)之间的板材的表面上所画的线为非直线型,该板材具有基础厚度G,其中每个凸起部(11)在其顶点处、向着其顶点处或者在其顶点附近具有基本上连续的峰值塑性应变区域,并且/或者每个凸起部(11)的薄化不超过其基础厚度G的25%。本发明还公开了一种加工这种板材的方法和工具。



1. 一种冷轧板材,在其两个表面上具有多行凸起部和多行凹部,在一个面上的凸起部对应于另一个面上的凹部,所述凸起部和凹部的相对位置如下:在相邻行的凸起部之间的板材的表面上所画的线为非直线型,该板材具有基础厚度 G ,其中,每个凸起部在其顶点处或者在其顶点附近具有基本上连续的峰值塑性应变区域,并且每个凸起部的薄化不超过其基础厚度 G 的25%。

2. 根据权利要求1所述的板材,其中,每个凸起部的顶部形状为光滑圆形。

3. 根据权利要求1所述的板材,其中,每个凸起部的顶部没有被挤压区域。

4. 根据前述任何一项权利要求所述的板材,其中,每个凹部的底部包括两个或者两个以上的不同曲率半径。

5. 根据权利要求4所述的板材,其中,各凹部的底部包括沿第一方向的第一半径 dr_1 ,在沿着板材长度方向的第二方向上的第二半径 dr_2 ,所述第一方向与所述第二方向不同,其中,沿所述第一半径 dr_1 的曲率半径与沿所述第二半径 dr_2 的曲率半径不同。

6. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,各凹部的底部包括第一半径 dr_1 ,在各行中的相邻两个凸起部或者相邻两个凹部之间的间距 P 为沿所述第一半径 dr_1 的曲率半径的至少2.5倍。

7. 根据权利要求6所述的板材,其中,所述间距 P 为沿所述第一半径 dr_1 的曲率半径的2.5~3.9倍之间。

8. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,所述板材的波幅 A 为形成该板材的材料的基础厚度 G 的1.5~4倍之间。

9. 根据权利要求8所述的板材,其中,所述板材的波幅 A 为所述基础厚度 G 的2倍和3倍之间。

10. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,经受0.05或者更大塑性应变的板材的百分比至少为65%。

11. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,经受0.05或者更大塑性应变的板材的百分比至少为80%。

12. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,经受0.05或者更大塑性应变的板材的百分比为90%~100%。

13. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,板材包括钢。

14. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,所述基础厚度 G 在0.2mm~3.0mm之间。

15. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中,所述基础厚度 G 为2mm或者更大。

16. 根据权利要求15所述的板材,其中在各行中的相邻两个凸起部或者相邻两个凹部之间的间距 P 小于26mm。

17. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,其中每一行中相邻凹部或相邻凸起部之间的间距 P 为所述基础厚度的2.5到13倍。

18. 根据权利要求1-3中任意一项所述的板材,所述板材具有用作或者作为隔断或者槽钢立筋,或者作为隔断或者槽钢立筋一部分的成形截面或槽。

19. 根据权利要求18所述的板材,其中,凸起部形成在所有或者部分成形截面之上形成。

20.一种加工板材的方法,该方法包括:提供基础厚度为G的板材;提供在其外表面上具有多行辊齿的一对相对的工具;将所述板材放置在所述工具之间并移动所述工具,使得一个工具上辊齿的圆形板啮合面使所述板材上的部分挤压到另一个工具上的辊齿之间的空隙中,从而在所述板材的两个面上形成凸起部,其中所述面上的该凸起部和相应凹部的相对位置如下:在相邻行的凸起部之间的板材的表面上所画的线为非直线型,并且其中该凸起部在其顶点处或者在其顶点附近具有基本上连续的峰值塑性应变区域,并且所述凸起部的薄化不超过板材基础厚度G的25%。

21.根据权利要求20所述的方法,其包括按如下方式挤压材料:在加工过程中,凸起部的顶点不与另外一个工具相接触。

22.根据权利要求20或者21所述的方法,其包括使板材被加工面积的至少65%经受0.05或者更大的塑性应变。

23.根据权利要求20或者21所述的方法,其包括使板材被加工面积的至少80%经受0.05或者更大的塑性应变。

24.根据权利要求20或者21所述的方法,其包括使板材被加工面积的90~100%经受0.05或者更大的塑性应变。

25.根据权利要求20或者21所述的方法,其中,在一个工具上的辊齿与另一个工具上的辊齿之间的空隙至少等于平面板材的基础厚度G。

26.根据权利要求25所述的方法,其中,所述空隙为平面板材的基础厚度G的1.1倍。

27.根据权利要求20或者21所述的方法,其包括按如下方式设置工具:在加工过程中,以一个工具上的各个辊齿与另一个工具上的各个相邻的辊齿的间隔为等距离的方式,使得所述辊齿伸到所述空隙中。

28.根据权利要求20或者21所述的方法,其包括对基础厚度G为2mm或者更大的材料进行加工。

29.根据权利要求20或者21所述的方法,其包括使所述相对的工具围绕平行轴转动。

30.根据权利要求20或者21所述的方法,其包括使被加工的板材成形为具有某一截面形状。

冷板材料以及制造冷板材料的方法和工具

技术领域

[0001] 本发明通常涉及一种板材,更具体而言,涉及一种在其表面上具有凸起部的板材。

背景技术

[0002] 在本专利说明书中所提及的这种板材指的是在其两个面上具有多行凸起部,通过使该板材局部变形以便在该材料的反面形成凹部而形成各个凸起部。这种变形通过使用加工工具进行,其结果,将引起塑性应变硬化和材料有效厚度增大。这种特定的板材比形成该板材的平光面板材坚硬,并且,通过使用本文所说明的板材来代替平光面板材,可以使特殊用途所需材料的质量减小。

[0003] 施加在该板材上的塑性应力的大小和分布情况除了取决于各种因素之外,还包括:加工工具的加工部伸入的深度和加工部的几何形状。

[0004] EP0674511(专利权为当前申请人所有)公开了在下文所提及的这种特定板材的一种实例,其中,在该专利中所述的板材具有按照如下方式形成的凸起部和凹部的一些相对位置:在邻近的多列凸起部和凹部之间的材料的表面上所画出的线是非直线型。凸起部通过使用具有四个侧面的辊齿的加工工具加工而成,其中,每个侧面朝向轧辊的轴向和周向之间的方向。

[0005] 在这种设置中,影响塑性应力的大小和分布情况的另外的因素是加工工具的辊齿分布和辊齿密度。

发明内容

[0006] 根据本发明的第一个方面,提供一种板材,例如,一种冷轧板材,在其两个表面上具有多行凸起部和多行凹部,在一个面上的凸起部对应于相对于各凸起部的另一个面上的凹部,这些凸起部和凹部的相对位置如下:在相邻行的凸起部之间的板材的表面上所画的线为非直线型,该板材具有基础厚度 G ,其中每个凸起部在其顶点处、向着其顶点处或者在其顶点附近具有基本上连续的峰值塑性应变区域,并且/或者每个凸起部的薄化量不超过其基础厚度 G 的25%。

[0007] 根据本发明的第二个方面,其提供一种板材,例如,一种冷轧板材,在其两个表面上具有多个凸起部,与每个凸起部相对的表面上有对应的凹部,这些凸起部和凹部设置在凸起部和凹部相互交替的行中,其中,各个凸起部的顶部为光滑圆形并且/或者各个凹部的底部可以具有两个或者更多个不同的曲率半径。

[0008] 根据本发明的第三个方面,其提供一种板材,例如,一种冷轧板材,在其两个表面上具有多个凸起部,与每个凸起部相对的表面上有对应的凹部,这些凸起部和凹部设置在凸起部和凹部相互交替的各行中,其中,各个凸起部的顶部为光滑圆形并且没有被挤压的区域。

[0009] 优选,这些凸起部和凹部设置在直线形和/或者螺旋形的行中。各个凹部的底部可以包括,例如沿第一方向的,第一半径 dr_1 。这些凹部可以包括,例如沿第二方向和/或者相

对于该板材长度的纵向和/或者滚动方向的,第二半径 dr_2 。第一方向可以与第二方向不同,例如,可以成45度角。这些凹部还可以包括,例如沿与第一方向互相垂直的第三方向的,第三半径 dr_3 。这些凹部还可以包括,例如沿与第二方向互相垂直的,第四方向的第四半径 dr_4 。第一半径 dr_1 和第三半径 dr_3 可以相等,而第二半径 dr_2 和/或者 dr_4 可以与它们不相等(例如比其小),或者与它们大小相等。

[0010] 在各行中,在相邻凹部之间的间距P或者相邻凸起部之间的间距P可以为沿第一半径 dr_1 的曲率半径的至少2.5倍,具体而言可以为3倍。另外地或者可选择地,该间距P优选为沿第一半径 dr_1 的曲率半径的2.5~3.9倍之间,例如为大约3.3倍,更具体而言为3.32倍。

[0011] 该板材可以具有波幅A。凸起部的高度取决于各列中的凸起部之间的间距和凹部之间的间距,以便充分确保在相邻各行的凸起部和凹部之间的材料表面上所画的线为非直线型。

[0012] 如在任何一个大致与板材垂直的平面上的截面所示,波幅A优选基本大于材料的基础厚度G。在所有这样的截面中,根据本发明的板材优选为波状,并且,更优选,在板材中不具有可以沿着直线切割所得到的材料截面为直线形的部位。

[0013] 波幅A优选为基础厚度G的1.5~4倍之间,具体而言,其为基础厚度G的2和3倍。该基础厚度G优选在0.2mm~3.0mm之间,例如,0.7mm或者1.5mm。

[0014] 材料的塑性应力优选为0.05或者更大。受到显著塑性应变,也就是说塑性应变力达到0.05或者更大值的板材的百分比优选至少为65%,更优选超过80%,例如,达到90%至100%。

[0015] 板材可以包括例如低碳钢等钢类,并且可以对其进行电镀。可选择地,该板材可以包括能够进行应变硬化和/或者塑性变形的其他任何一种材料。

[0016] 该板材可以具有诸如槽形截面等的剖面或者成形横截面,以用作或者作为隔断或者槽钢立筋,或者作为隔断或者槽钢立筋的一部分。凸起部可以形成在整个或者部分成形截面之上。

[0017] 根据本发明的第四个方面,提供一种冷加工板材的装置,该装置包括一对相对的工具,其在它们的外表面具有多行辊齿,并且相对于彼此可以移动,辊齿的几何形状和位置以及这两个工具之间的间隔按如下方式设置:在使用过程中,一个工具上的辊齿以相邻辊齿间形成最小间隙的方式延伸到另一个工具上辊齿之间的空隙中,其中,该最小间隙至少等于所要通过该装置的材料的基础厚度G,各个辊齿包含有不带有尖锐边角的圆形板啮合面。

[0018] 优选,在使用过程中,在一个工具上的各个辊齿的顶部与另一个工具的齿底面之间也有最小间隙,例如,以便确保所要加工的材料不在其间被挤压。

[0019] 该装置还可以包括用于对板材进行成形的成形单元。该成形单元可以包括另外的一对轧辊,并且可以设置为使所要加工的板材例如成形为槽形截面。

[0020] 根据本发明的第五个方面,提供一对冷加工板材的工具,每个工具具有第一维方向和与第一维垂直的第二维方向,并且每个工具具有沿着第一维方向延伸的多行辊齿,每个辊齿具有不带有尖锐边角的圆形的板啮合面,两个工具安装成或者可安装成如下方式,使一个工具上的各行辊齿与另一个工具上的相邻两行辊齿之间的间隙对齐,从而使一个工具上的各个辊齿与另一个工具上的各个相邻的辊齿等距离间隔。

[0021] 根据本发明的第六个方面,提供一种冷加工板材的工具,该工具包含有在其外表面上的多行辊齿,其中,每个辊齿具有曲率半径为 R 的圆形的板啮合面,在每行中的两个相邻辊齿之间的间距 P 为曲率半径的2.5倍~3.9倍之间。

[0022] 优选,该间距 P 为曲率半径的3~3.5倍之间,例如3.32倍。

[0023] 优选,该曲率半径 R 至少等于所要加工的板材的基础厚度 G ,更优选,至少为 G 的1.1倍,例如为基础厚度 G 的2倍和/或者小于基础厚度 G 的3.3倍。因此,优选,间距 P 为基础厚度 G 的2.5倍~13倍之间,例如在2.75~7.8倍之间,更优选,至少为基础厚度 G 的3.65倍。

[0024] 各个辊齿可以具有圆形的板啮合面,该圆形的板啮合面沿着各行在第一方向上半径为 r_1 和/或者在第二方向上半径为 r_2 。该第一方向可以与该第二方向成锐角,第二半径 r_2 可以比第一半径 r_1 小或者与其相等。

[0025] 本文所用术语“半径”指当沿着向半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 的方向延伸的假象平面进行测量时,齿底面的中心与齿面两者之间的距离,而术语“曲率半径”指辊齿加工部表面上的特定点处的实际表面的半径。因此,半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 可以为两个或者更多个曲率半径混合在一起的复合曲率半径。

[0026] 为了避免产生歧义,半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 的“方向”指的是半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 的平面所延伸的方向。

[0027] 根据本发明的第七个方面,提供一种冷加工板材的工具,该工具包括有在其外表面上的多行辊齿,各个辊齿具有沿着各行在第一方向上半径为 r_1 和在第二方向上半径为 r_2 的圆形的板啮合面,该第一方向可以与该第二方向成锐角,其中,第二半径 r_2 比第一半径 r_1 小。

[0028] 在每行中,相邻辊齿之间的间距 P 为第一和/或者第二半径 r_1 、 r_2 的至少3.3倍,例如,至少为3.32倍。在每行中,相邻辊齿之间的间距 P 为第二半径 r_2 的至少3.3倍,例如,至少为3.32倍,第二半径 r_2 在该辊齿上最靠近另一个工具上相邻辊齿的点处测得。一般认为,这种设置可以形成足够的间隙,以避免在使用过程中挤压材料。

[0029] 根据本发明的第八个方面,提供一种冷加工基础厚度 G 为2mm或者更大的板材的工具,该工具包括有在其外表面上的多行辊齿,每个辊齿都具有曲率半径 R 大于等于2mm的圆形的板啮合面,并且辊齿间距小于26mm。

[0030] 优选,曲率半径 R 小于等于6.7mm并且/或者辊齿间距小于15.6mm,例如在5mm~15.6mm之间,或者例如在5mm~7.8mm之间。

[0031] 该工具可以包括有第一维方向和第二维方向,例如,第二维方向垂直于第一维方向。各行可以沿着第一和/或者第二维的方向延伸。可选择地,各行可以沿着第一维和第二维之间的方向延伸。

[0032] 工具可以包括圆柱轧辊,例如,其可以围绕各自的轴旋转,其轴可以彼此相互平行。辊齿可以设置在螺旋形的行中。每个辊齿可以具有基本上不带有尖锐边角和/或包括板啮合面的板啮合加工部。第一维方向可以包括周向尺寸,并且/或者第二维方向可以包括轴向尺寸。在本实施方式中,优选,在使用时,在一个工具上的各个辊齿的顶部和另一个工具上的齿根直径之间存在有最小间隙,例如,以便确保所要加工的材料不被挤压在其中。

[0033] 根据本发明的第九个方面,提供一种冷加工板材的辊齿,该辊齿包括圆形的板啮合面,该圆形的板啮合面具有沿第一方向上的半径 r_1 和沿第二方向上的半径 r_2 ,该第一方向

可以与该第二方向成锐角,其中,第二半径 r_2 比第一半径 r_1 小。

[0034] 根据本发明的第十个方面,提供一种冷加工板材的辊齿,该辊齿包含圆形的板啮合面,该圆形的板啮合面具有相对于辊齿顶点为单一曲率半径 R 的部分球状面,而辊齿顶点与具有不同曲率半径 R 的表面相融合。

[0035] 本发明的另外一个方面在于提供一种冷加工板材的辊齿,该辊齿具有圆形的板啮合面,该辊齿外围的对称部分从顶点一直延伸到成90度角,以界定形成至少部分为球状的面,该部分球状表面的外侧的周面曲率半径与该部分球状表面面的曲率半径相融合,以便形成平滑连续的过渡。

[0036] 该板啮合面优选不具有尖锐边角。辊齿可以含有不带尖锐边角的加工部。

[0037] 每个辊齿还可以包括例如沿与第一方向垂直的第三方向的第三半径 r_3 ,和/或者例如沿与第二方向垂直的第四方向的第四半径 r_4 。该第三半径 r_3 可以等于第一半径 r_1 ,并且/或者第四半径 r_4 可以等于第二半径 r_2 。

[0038] 该辊齿可以具有复合或者融合的曲率半径,以便使辊齿外周一部分上的曲率半径平滑连续地与辊齿外周另外一部分上的第二曲率半径相融合。

[0039] 优选,按照如下方式选择辊齿间距 P 和/或者半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 和/或者轧辊的间隔:在使用时,辊齿加工部使所述板材产生前面所述的塑性应力和/或者使材料变薄。

[0040] 根据本发明的另外一个方面,提供一种加工板材的方法,该方法包括:提供一种基础厚度为 G 的板材;提供在其外表面上具有多行辊齿的一对相对的工具;将板材放置于两个工具之间并移动工具,使得一个工具上辊齿的圆形的板啮合面使板材部分挤压到另一个工具上的辊齿之间的空隙中,从而在板材中形成凸起,其中,在工具移动过程中,凸起部的顶点不接触另一个工具。

[0041] 根据本发明的另外一个方面,提供一种加工板材的方法,该方法包括:提供一种基础厚度为 G 的板材;提供一种如上所述的装置;将板材放置于工具之间并移动工具,使得一个工具上的辊齿使板材部分挤压到另一个工具上的两个辊齿之间的空隙中,从而对板材进行加工。

[0042] 根据本发明的另外一个方面,提供一种加工板材的方法,该方法包括:提供一种基础厚度为 G 的板材;提供一对如上所述的相对的工具;将板材放置于工具之间并移动工具,使得一个工具上的辊齿使板材部分挤压到另一个工具上的两个辊齿之间的空隙中,从而对板材进行加工。

[0043] 根据本发明的另外一个方面,提供一种加工板材的方法,该方法包括:提供一种基础厚度为 G 的板材;提供一对相对的工具,它们中的至少一个在其外围上具有如上所述的辊齿;将板材放置于两个工具之间并移动工具,使得辊齿使板材部分挤压到另一个工具上的辊齿之间的空隙中,从而对板材进行加工。

[0044] 根据本发明的另外一个方面,提供一种加工板材的方法,该方法包括:提供一种基础厚度为 G 的板材;提供在其外表面上具有多行辊齿的一对相对的工具;将板材放置于两个工具之间并移动工具,使得一个工具上辊齿的圆形的板啮合面使板材部分挤压到另一个工具上的辊齿之间的空隙中,从而在板材中形成凸起部,该凸起部在其顶点处、向着其顶点处或者在其顶点附近具有大体上连续的峰值塑性应变区域,并且/或者其薄化不超过板材基础厚度 G 的25%。

[0045] 该方法还可以包括使板材成形为例如具有槽形截面的形状。

附图说明

[0046] 下面,仅通过实施例并结合附图来说明本发明的一种实施方式,其中,

[0047] 图1是根据现有技术的辊齿的立体图。

[0048] 图2是表示使用图1所示的辊齿而在板材中形成的凸起部上的各处的应力分布图。

[0049] 图3是根据本发明一段板材的实施方式的平面图。

[0050] 图4是采用根据本发明的装置的一种实施方式对板材进行加工的概况图。

[0051] 图5是具有辊齿加工部的第一种实施方式的一组辊齿进行协作的立体图。

[0052] 图6是从X方向观察图5所示的辊齿加工部的侧面图。

[0053] 图7是图5所示的辊齿加工部的平面图。

[0054] 图8是表示板材正在两个辊齿加工部之间被加工的图7的沿着线B-B的截面图。

[0055] 图8A是表示使用图8所示的辊齿而在板材中形成的凸起部上的各处的应力分布图。

[0056] 图9是表示辊齿加工部的第二种实施方式的图。

[0057] 图10是表示辊齿加工部的第三种实施方式的图。

[0058] 图11是表示辊齿加工部的第四种实施方式的图。

[0059] 图12是表示辊齿加工部的第五种实施方式的图。

[0060] 图13是表示辊齿加工部的第六种实施方式的图。

[0061] 图14A是图13所示的辊齿加工部中的一个辊齿加工部的截面图。

[0062] 图14B是图13所示的辊齿加工部中的一个辊齿加工部的俯视图。

[0063] 图15是成形为槽形截面的第一种实施方式的板材的立体图。

[0064] 图16是成形为槽形截面的第二种实施方式的板材的立体图。

具体实施方式

[0065] 图1是表示在EP0891234(专利权为当前申请人所有)中公开的一种现有技术的辊齿1,其用于在板材3中形成如图2所示的凸起2。该辊齿1是横切渐开线齿轮形式,其具有会合至大致平坦的顶部5的四个侧面4。加工辊(图中未显示)包括多个这样的辊齿1,其中,在相邻辊(图中未显示)上的辊齿1互相啮合,从而使板材3变形。

[0066] 在轧辊(图中未显示)表面上各处的辊齿1的几何形状和密度取决于具体的应用要求。例如,使互相啮合的深度增加和/或者使辊齿1的密度增加将引起加工硬化度较大和材料的总体长度大幅减小。

[0067] 我们通过深入的试验研究发现,要制造在本文所说明的这种实用的板材,在轧辊(图中未显示)各处上的辊齿1互相啮合的深度和/或者辊齿1的密度也受到所得到的材料薄化程度的限制,因为材料薄化程度将使材料的机械特性变差。因此,与材料的薄化程度相对,制造在本文中所述的这种板材的装置和方法需要辊齿的密度和啮合深度之间达到平衡,以便优化加工工艺。

[0068] 在进行了进一步的研究之后,我们惊奇地发现在辊齿两个侧面4之间由制造工艺形成的尖锐边角6可形成峰值塑性应变区域7。

[0069] 其结果,在这些区域7中将经历较大的加工硬化度和材料薄化度。所得到的应力分布如图2所示。在不希望受到任何特定理论限制的前提下,我们推测,使用较厚的材料,例如厚度为1.5mm的材料来形成本文所述的板材存在一些困难可能是由于这种现象引起的。

[0070] 正是出于意识到这些令人惊奇的现象,我们才构想并完成了本发明。

[0071] 如图3所示,其显示了一段已加工的、包括低碳钢的板材,在该板材的两个面上具有多个凸起部11和凹部12,一个面上的凸起部11对应于另一个面上的凹部12。这些凸起部11和凹部12的形状基本上为带有圆角的四方形。

[0072] 在一个面上的这些凸起部11和凹部12设置在直线型的各行R11和各列C11中,其中,各行R11和各列C11具有交替的凸起部11和凹部12,在沿着行R11和列C11这两个方向之间的直线,还交替地延伸有凸起部11的行R12和凹部12的行R13。在本实施方式中,各行R12和R13与各列R11和行C11成 45° 角延伸。这些行在下文中称为螺旋列R12、R13。该角度可以在 0 到 180° 的范围内。

[0073] 相邻的凸起部11和凹部12相互充分靠近,使得在邻近的凸起部11和凹部12之间的板材的区域基本上没有平坦的区域。因此,在基本垂直于板材10的公称平面或者实际平面的任何一个截面中所示的板材10是波形的,从而产生比材料的基础厚度G大的有效厚度或者波幅A。

[0074] 图3所示的已制成的板材10是通过如图4所示的加工工艺而形成的。从卷材(图中未显示)中将具有基础厚度G的平面或者基板材17拉出并使其在一对轧辊18和19之间通过,这些各个轧辊在其外周上具有多个辊齿30。轧辊18和19分别围绕平行轴20和21旋转,基板材17被轧辊18和19的辊齿30啮合而变形。各个辊齿30将基板材17的一部分推送到另一对轧辊18和19的辊齿30之间的空隙中,从而形成面向另一个辊的凸起部11和面向前一对轧辊18和19的对应凹部12,进而得到所制成的板材10。由于在其两面上存在有凸起部11而在制成的板材10中形成有效厚度或者波幅A,使基板材17的总体厚度增加。

[0075] 在本实施方式中,板材10从辊对18和19输出,然后,其可以再通过另外的辊对22、23和24,进而使已制成的板材10具有槽形截面27。也可以形成其它一些狭长形构件(图中未显示)。

[0076] 辊对18和19以及另外的辊对22、23和24都由已知方式并且优选包括电动马达26的共同驱动单元25来驱动。以基本相等的圆周速度来驱动辊对18和19、22、23、24,使得基板材17在辊对18和19之间连续地通过并且速度与已经制好的板材10在紧接着另外的辊对22、23和24之间通过的速度相等。

[0077] 在已经制成的板材10成形为具有槽形或者其它截面27之后,其可以切割成用于运输和使用的各种不同长度。

[0078] 在本实施方式中,两个辊18和19在第一维方向或者轴向长度以及与第一维方向垂直的第二维方向或者周向长度方面具有大致相同的方式。各个辊18和19在其外周上具有多个相同的辊齿30,每个辊齿30具有如图5所示的辊齿加工部30a。这些辊齿30设置在对应于已经制成的板材10的各行R11、R12、R13和各列C11中。应当理解,辊齿30的螺旋列R12、R13沿着第一维方向和第二维方向上的两条直线之间延伸的直线延伸。在本实施方式中,这些螺旋列(图中未显示)以 45° 角向辊18和19的轴线20和21倾斜。

[0079] 各个辊齿加工部30以与齿根部(图中未显示)一体的方式而形成,而齿根部依次以

整体形成或者固定在辊18和19中的一个辊的外周上而形成。应当理解,这些齿根部(图中未显示)应具有一定的大小和尺寸,以使其在使用过程中不妨碍材料变形。

[0080] 如图5至图8部分所示那样,辊齿加工部30a的第一种实施方式具有某一几何形状和协作布局。各个辊齿加工部30a具有形状基本上为四方形的底平面31,该底平面31具有圆角32并且在各个侧缘34的中点处具有平滑的凹部33,从而形成了四波瓣形。辊齿加工部30a的侧面35从底平面31的侧缘34向上凸起,并向共同的平滑的顶点36弯曲,因而形成了圆形的板啮合面。应当理解,在辊齿加工部30a上不存在尖锐边角。

[0081] 辊齿加工部30a的形状特征由一系列半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 所确定,在本实施方式中,每个辊齿加工部30a都有恒定的曲率半径。然而,在本实施方式中,第一和第三半径 r_1 、 r_3 与第二和第四半径 r_2 、 r_4 不同。

[0082] 本文所用术语“半径”指当沿着向半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 (如在图6中更清晰的显示那样)的方向延伸的假象平面进行测量时,齿根底面31的中心与齿面35两者之间的距离,而术语“曲率半径”是指辊齿加工部30a表面上的具体一点处的实际表面的半径。因此,半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 可以为两个或者更多个曲率半径混合在一起的复合曲率半径。

[0083] 为了避免产生歧义,半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 的“方向”指的是半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 的平面所延伸的方向。

[0084] 第一和第三半径 r_1 、 r_3 互相垂直并且各自沿着第一和第二方向之间(即,在辊18、19的轴向和周向之间)的方向延伸。如图所示, r_1 、 r_3 都与第一方向成 45° 地延伸。第二和第四半径 r_2 、 r_4 分别沿着轴向和周向(即滚动)方向延伸。在本实施方式中,相邻的两个辊齿30之间沿着直线形行R11和列C11的间距P相等。

[0085] 在使用时,板材10沿着滚动方向RD(如图7所示)通过辊18、19。如图5至8更清晰地显示的那样,辊18、19中的一个辊上的各辊齿加工部30a移动到辊18、19中的另一个辊上的两个相邻的辊齿加工部30a之间的空间中,但与该空间不成一条直线。由图8可知,已经制成的板材10的波幅A是在辊齿加工部30a之间深入或者交叠的深度D的函数,而深度D又是轧辊18、19分开程度的函数。

[0086] 在本实施方式中,辊齿30的间隔和几何形状按如下方式设置:由辊18、19中的一个辊上的辊齿30所形成的凸起部11的顶点与其他的辊18、19不接触。例如,这一点可以从图8中看到。

[0087] 脱离辊18、19的板材的波幅A优选为板材基础厚度G的1.5至4倍之间,更具体而言,为2和3倍。然而,应当理解,之后由辊对22,23和24对板材进行的成形可以使已经制成的板材10的波幅A减小。

[0088] 如上所述,本文所述的板材的物理性质得到改善主要归因于板材有效厚度和应变硬化效果的增加,而应变硬化是由于板材塑性变形的结果。因此,需要使制成的板材10的有效厚度或者波幅A最大化,并使塑性应变的大小和区域两者都最大化。波幅A增加将会使塑性应变力的大小增加,而由于辊齿间距P减小使凸起部密度增加将会使塑性应变的区域增加。

[0089] 然而,塑性应变力越大,材料的薄化程度越大,这将对板材的物理性质产生反作用。

[0090] 我们已经确定,存在有优选或者最佳的板啮合面半径R,其可以使最大加工硬化度

和最小材料薄化度之间形成平衡。

[0091] 然而,如上所述,为了使塑性应变区域最大化,需要使辊齿间距 P 最小。已经观察到,在使用装置时,当相邻的两个辊齿加工部30a之间的空隙接近并且小于板材的基础厚度 G 时,板材将被“挤压”。虽然对于所制成材料的塑性应变以及应变硬化而言,挤压板材是有益的,但是,挤压材料可能会导致板材局部薄化,并且会导致由于过载而产生加工问题以及轧辊磨损问题。因此,最好应避免挤压材料。

[0092] 本发明提供一种可以在这些竞争因素之间寻求平衡的辊齿形式。这通过提供一种圆形的板啮合面而形成,该啮合面的曲率半径在有些区域中优选等于表面半径 R ,而在其余区域中对曲率半径进行调节,以防止材料挤压。

[0093] 材料挤压发生在互相啮合的辊齿之间距离最小的区域中。就辊齿加工部30a的第一种实施而言,其在沿着直线形的各行 $R11$ 和各列 $C11$ 的方向(即 r_2 和 r_4 的方向)上。

[0094] 因而,在本实施方式中,板啮合面的半径 r_1 、 r_3 具有等于优选的表面半径 R 的曲率半径,而半径 r_2 、 r_4 从顶点到底部(图中未显示)逐渐减小。这样形成的外形可以使辊齿间距变小,从而使应变区域最大化,同时使两个辊齿加工部30a之间的空隙度增加以避免挤压材料。

[0095] 我们已经确定,通过确保辊齿之间的间距 P 为所优选的表面半径 R (在本实施方式中,即为半径 r_1 和 r_3)的至少2.5倍,优选至少3倍,例如3.32倍,可以使应变力值最大化。

[0096] 为了确保使凸起部11上的应力分布非常均匀并使材料薄化最小化,沿半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 的表面半径大小应至少等于板材的基础厚度 G ,优选为基础厚度 G 的1.1倍或者更多倍。

[0097] 图8a表示使用图5至图8所示的辊齿形状制成的板材10一部分上的塑性应变的图。如图8a所示,在凸起部11的顶点周围具有连续的峰值塑性应变区域 PP ,而在 PP 周围的穹状区域 QQ 中,该塑性应变力随着背离该区域而减小。该板材薄化不超过25%。

[0098] 凹部12的底部包括四个半径 dr_1 、 dr_2 、 dr_3 、 dr_4 ,这些半径对应于辊齿的板啮合面的四个半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 。

[0099] 为了进一步表现本发明的适应性,将如图9至13所示的另外的一些辊齿形式作为参考。

[0100] 图9表示辊齿130的第二种实施方式,其包括半球状的加工部130a和与加工部130a一体化形成的圆柱形底部130b。在这种情况下,所有的半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 都等于优选的表面半径 R ,并且辊齿间距 P_2 不会使材料挤压现象产生。应该理解,由于第二和第四半径 r_2 、 r_4 等于第一和第三半径 r_1 、 r_3 ,因此,对于本实施方式而言,对于防止材料挤压所需的辊齿间距 P_2 应该较大。

[0101] 图10表示辊齿230的第三种实施方式,其包括与底部230b一体形成的加工部230a,底部230b从平面看大体为带有圆角的四方形。在本实施方式中,第一和第三半径 r_1 、 r_3 都等于优选的表面半径 R ,第二和第四半径 r_2 、 r_4 各包括向着底部230b逐渐减小的混合半径,以便形成适当的空隙,从而减小对材料挤压的可能性。这种实施方式的辊齿形状可以使辊齿间距 P_3 比第二种实施方式的 P_2 小,从而使凸起部11的密度增加,并可以提高已经制成的板材10所受应变硬化的均匀性。

[0102] 图11表示辊齿330的第四种实施方式,其包括与底部330b一体形成的加工部330a,底部330b从平面看大体也为带有圆角的四方形。在本实施方式中,第一和第三半径 r_1 、 r_3 在

辊齿330的顶点311a处或者邻近顶点311a处都等于优选的表面半径R,并且包括向底部330b逐渐减小的混合半径。第二和第四半径 r_2 、 r_4 具有唯一的曲率半径并且比第一和第三半径 r_1 、 r_3 小,以便形成适当的空隙,从而减小对材料挤压的可能性。由于对于给定的优选的表面半径R,底部330b的尺寸可以变小,因而这种辊齿形状330可以使辊齿间距 P_4 比第二种实施方式的 P_2 小,因而可以增加板材10的被加工面积。

[0103] 图12表示辊齿430的第五种实施方式,其包括与底部430b一体形成的加工部430a,底部430b从平面图看大体也为带有圆角的四方形。在本实施方式中,第一和第三半径 r_1 、 r_3 在辊齿430的顶点411a处或者邻近顶点311a处都等于优选的表面半径R,并且包括向底部430b逐渐减小的混合半径。第二和第四半径 r_2 、 r_4 包括向底部430b逐渐减小的混合半径,以便形成具有适当空隙的区域,从而减小对材料挤压的可能性。这种辊齿形状430的四个混合半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 为优化加工硬化度和避免材料挤压之间的平衡提供了最大的灵活性。

[0104] 图13、14A和14B表示辊齿630的第六种实施方式,其包括与底部630b一体形成的加工部630a,底部630b从平面图看通常为带有圆角的四方形。在本实施方式中,所有的 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 在辊齿630的顶点611a处或者邻近顶点611a处都等于优选的表面半径R,从而形成一个部分球形的表面631,这些半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 包括从部分球形表面631延伸并与其连接而向底部630b逐渐减小的混合半径。第二和第四半径 r_2 、 r_4 包括以比第一和第三半径 r_1 、 r_3 更大的梯度向底部430b逐渐减小的混合半径,以便形成具有适当空隙的区域,从而减小对材料挤压的可能性。

[0105] 如图14A和14B更清晰地显示的那样,该部分球形表面631或者顶部区域631由带有 0 与 180 度之间的角度A的锥形部所限定。显然,如果该角度A接近 180 度,则辊齿形状630接近于图9所示的辊齿形状。

[0106] 由图4所示的工艺所得到的板材27适合应用其本身或者以如图15和16所示的结构件27a、27b的形式而使用,例如柱或者梁。为了达到这些目的,具有槽27a、27b的板材10尤其适合,该槽27a、27b具有凸缘270a、271a、270b和使凸缘270a、271a、270b保持预定间隔距离的腹板272a、272b。

[0107] 凸缘270a、271a、270b和腹板272a、272b的表面上包括多行(R11、R12、R13)的凸起部11和凹部12。在某些情况中,仅在板材10的表面的一部分上需要凸起部11和凹部12。由于本发明的一些特殊优点,其可以应用到在立筋隔断和板式隔断中所使用的立筋27a、27b中和容纳立筋27a、27b的端部的槽长27b中。

[0108] 为了其他目的,可以用普通平板材料或者截面除了槽形27以外的材料,例如C形截面、U形截面、Z形截面、I形截面等。

[0109] 根据本发明的方法所形成的这种板材比形成该板材的平面板材更硬。尤其是这种材料的弯曲强度显著地增加。

[0110] 实施例1

[0111] 使用包括如图10所示的辊齿形状的工具对基础厚度G为0.45mm的板材样品进行了加工。工具上的辊齿间距P为5.1mm,第一和第三半径 r_1 、 r_3 具有恒定的曲率半径1.5mm,而第二和第四半径 r_2 、 r_4 具有混合的曲率半径。

[0112] 被制成的板材的波幅A为材料17的基础厚度G的2.5倍,材料17受到显著塑性应变的比例为70%,材料薄化为15%。当使用5mm位移三点弯曲测试进行测量时,被制成的板材

10的弯曲强度比形成该板材10的光面板材增加了33%。

[0113] 实施例2

[0114] 使用包括与实施例1相同的辊齿形状和辊齿间距的工具对基础厚度G为0.45mm的另外的板材样品进行了加工。

[0115] 被制成的板材的波幅A为材料17的基础厚度G的3倍,材料17受到显著塑性应变的比例为88%,材料被薄化23%。当使用5mm位移三点弯曲测试进行测量时,被制成的板材10的弯曲强度比形成该板材10的光面板材增加了36%。

[0116] 实施例3

[0117] 使用包括与实施例1相同的辊齿形状和辊齿间距的工具对基础厚度G为0.7mm的板材样品进行了加工。

[0118] 被制成的板材的波幅A为材料17的基础厚度G的2倍,材料17受到显著塑性应变的比例为88%,材料被薄化11%。当使用5mm位移三点弯曲测试进行测量时,被制成的板材10使弯曲强度比形成该板材10的平板板材增加了48%。

[0119] 实施例4

[0120] 使用包括与实施例1相同的辊齿形状和辊齿间距的工具对基础厚度G为0.7mm的板材样品进行了加工。

[0121] 被制成的板材的波幅A为材料17的基础厚度G的2.5倍,材料17受到显著塑性应变的比例为96%,材料被薄化22%。当使用5mm位移三点弯曲测试进行测量时,被制成的板材10使弯曲强度比形成该板材10的平板板材增加了62%。

[0122] 实施例5

[0123] 使用包括与实施例1相同的辊齿形状的工具对基础厚度G为2mm的板材样品进行了加工。工具上的辊齿间距为9.5mm,第一、第二、第三和第四半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 具有恒定的曲率半径2.5mm。

[0124] 被制成的板材的波幅A为材料17的基础厚度G的1.8倍,材料17受到显著塑性应变的比例为76%,材料被薄化24%。当使用5mm位移三点弯曲测试进行测量时,被制成的板材10使弯曲强度比形成该板材10的平板板材增加了35%。

[0125] 应当理解,在不脱离本发明的范围的前提下,可以构想对本发明公开的实施方式进行一些变形,例如,加工工具不必包括内部啮合辊。诸如按压装置或者其他一些冲压装置等任何合适的加工工具都可以使用。

[0126] 也可以使用两个不相同的辊组成的辊对来替代辊对18和19。例如,一个轧辊具有方形辊齿(图中未显示),另一个轧辊具有细长辊齿(图中未显示)。

[0127] 作为辊对22、23、24的替代,可以提供其它装置对板材进行其它方式的修饰加工,或者可以不对板材进行修饰加工。

[0128] 虽然各个螺旋列以45度角向辊轴倾斜,但是,它们可以以任何角度向辊轴倾斜和/或者它们没必要以螺旋列的方式进行设置。加工工具并非一定是辊,例如,可以为平面形和/或大致平面形的块状(block)加工工具。

[0129] 板材优选为低碳钢,可以对其进行电镀或者涂膜以防止腐蚀。按照上文所述的方法对初始为平面的、电镀低碳钢板材进行的修饰再加工可以使保护涂膜完整无损。平板板材的基础厚度G通常在0.3至3mm的范围内。

[0130] 令人惊奇的发现是,本发明可以用于加工基础厚度G为3mm的材料,而仍然可以使强度得到改良,并无明显的材料挤压现象出现。

[0131] 正如我们所理解的那样,可以构想一些可供选择的半径 r_1 、 r_2 、 r_3 、 r_4 ,这些半径将形成多个不同形状的符合本发明的圆形的板啮合面。

[0132] 在各行R11中的两个邻近的辊齿之间的辊齿间距P可以与在各行C11中的两个邻近的辊齿之间的辊齿间距P不同。

[0133] 本文所用术语“板材”包括普通平面材料,例如在上文欧洲专利申请文件中所述的材料和对平板材进行弯曲和变形所得到的产品等,作为其产品的实例如在图9和图10所示,以及在W082/03347公布的国际专利申请文件中说明了这种产品的一些实例。

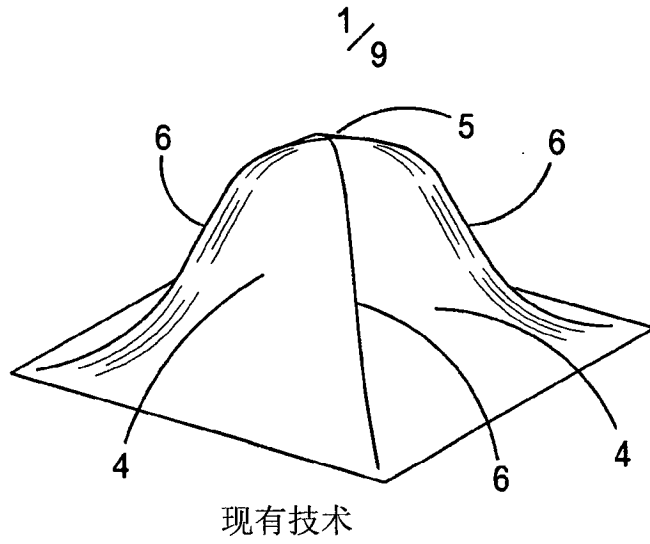


图1

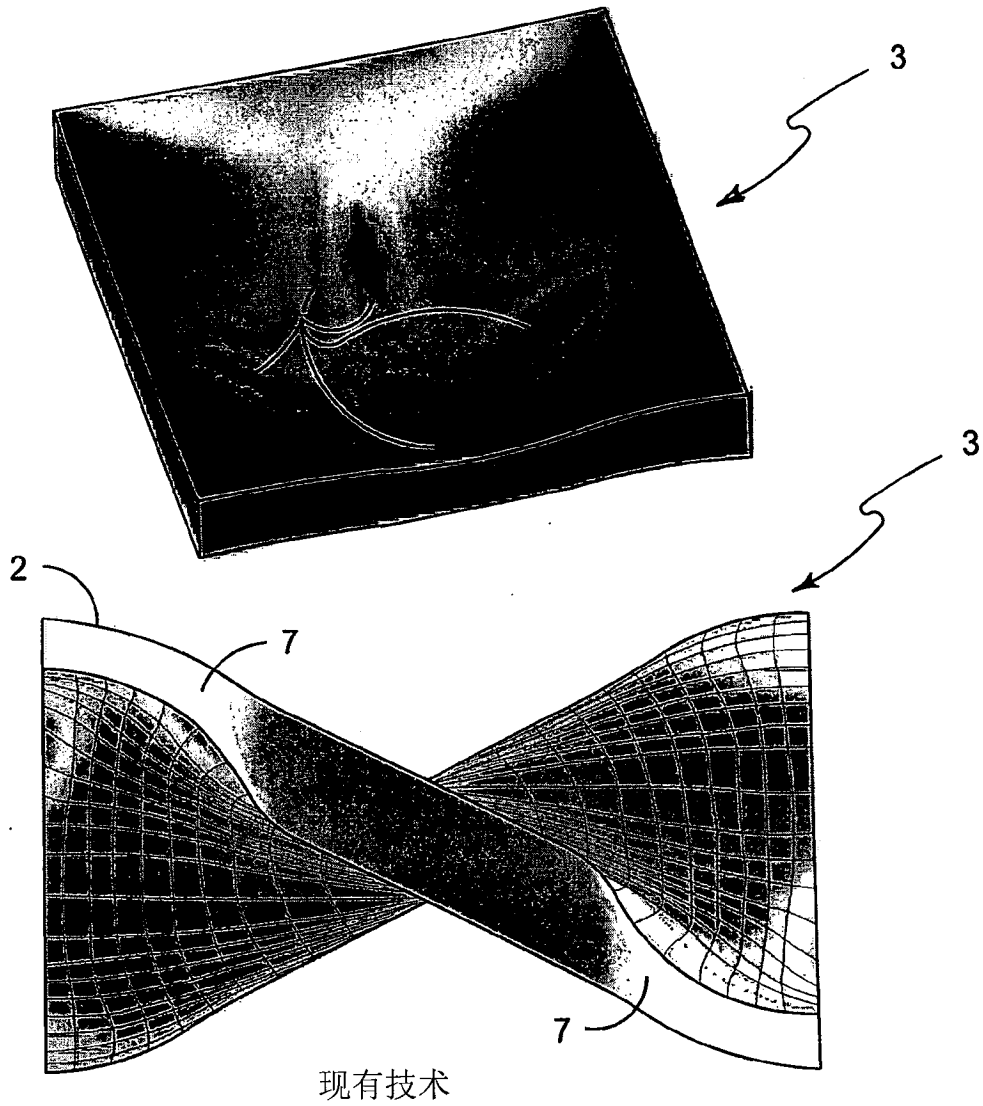


图2

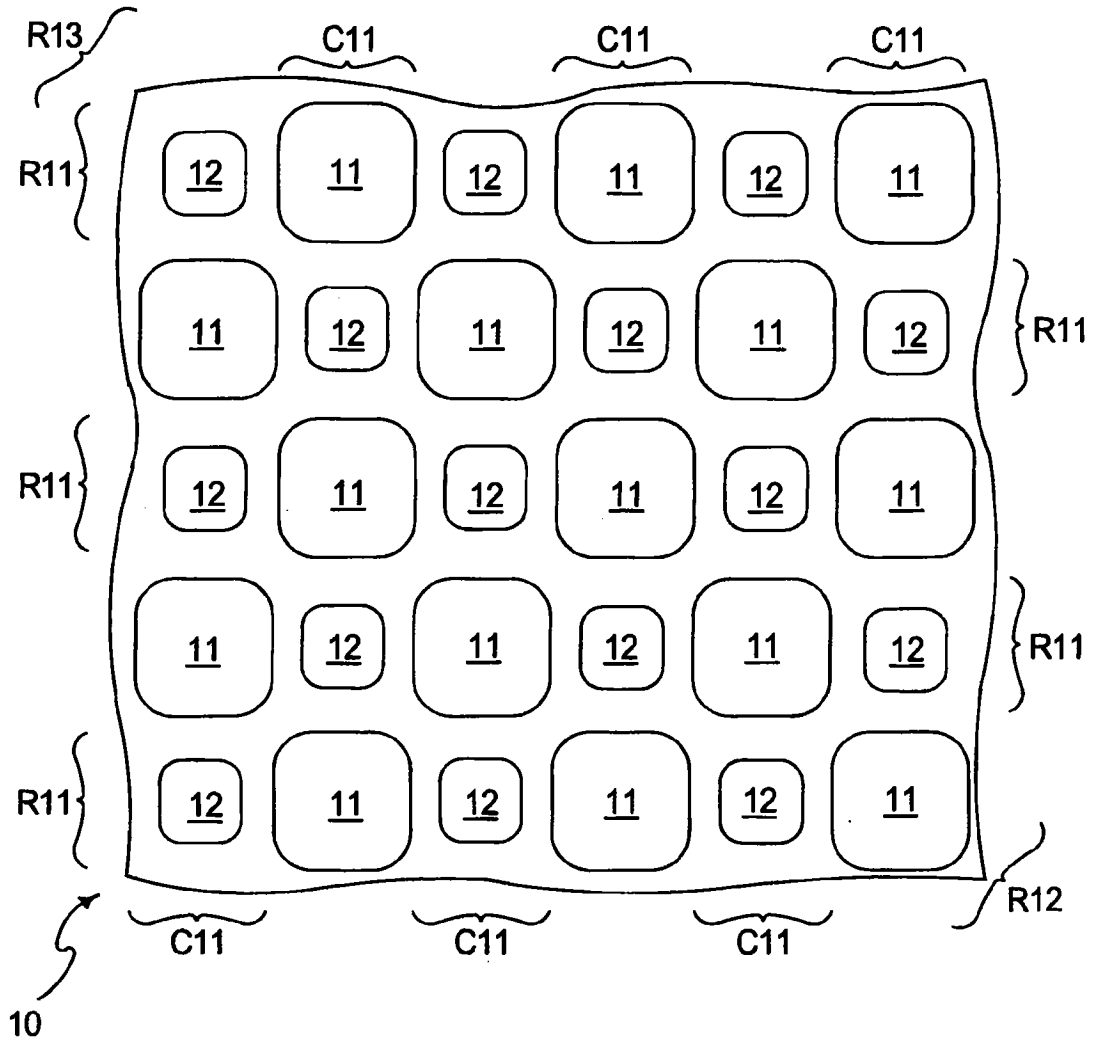


图3

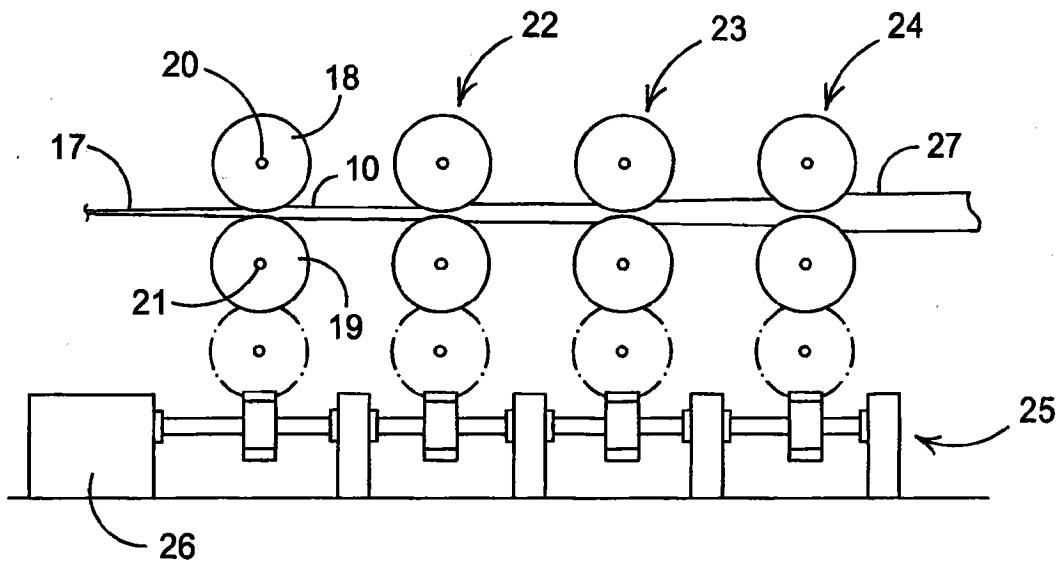


图4

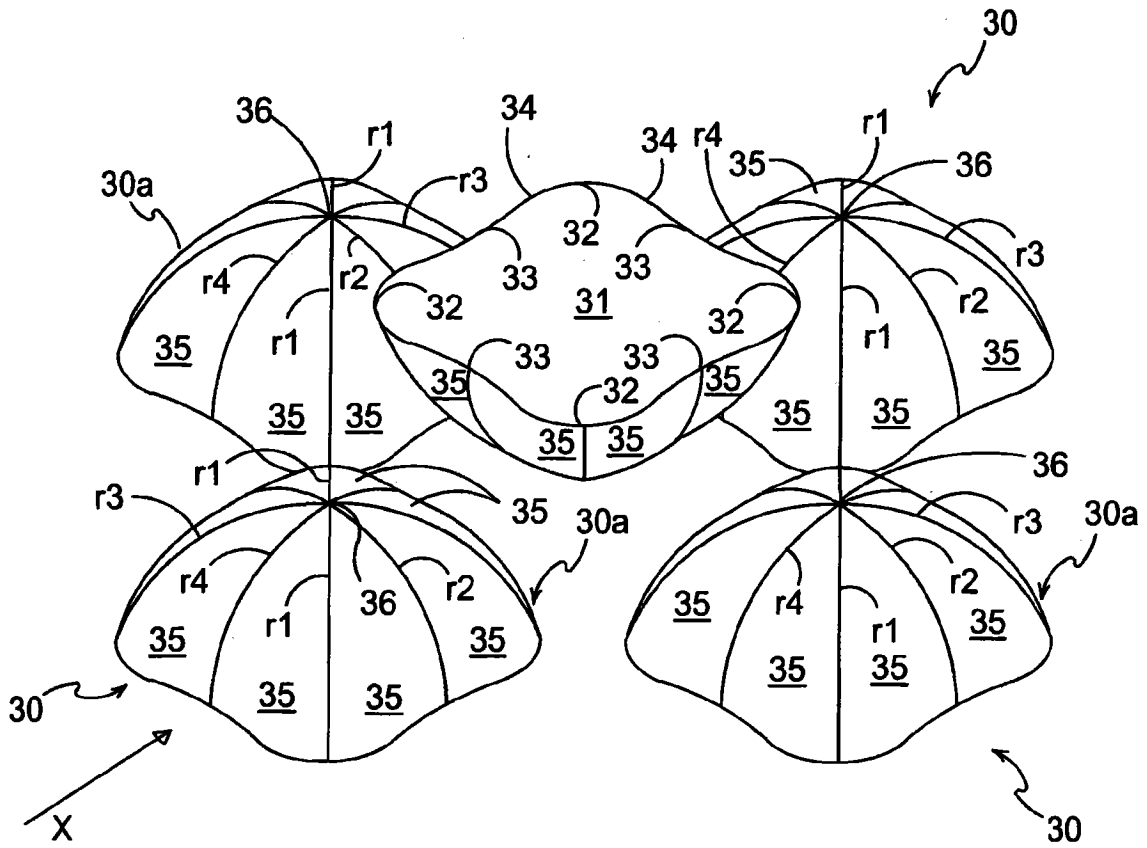


图5

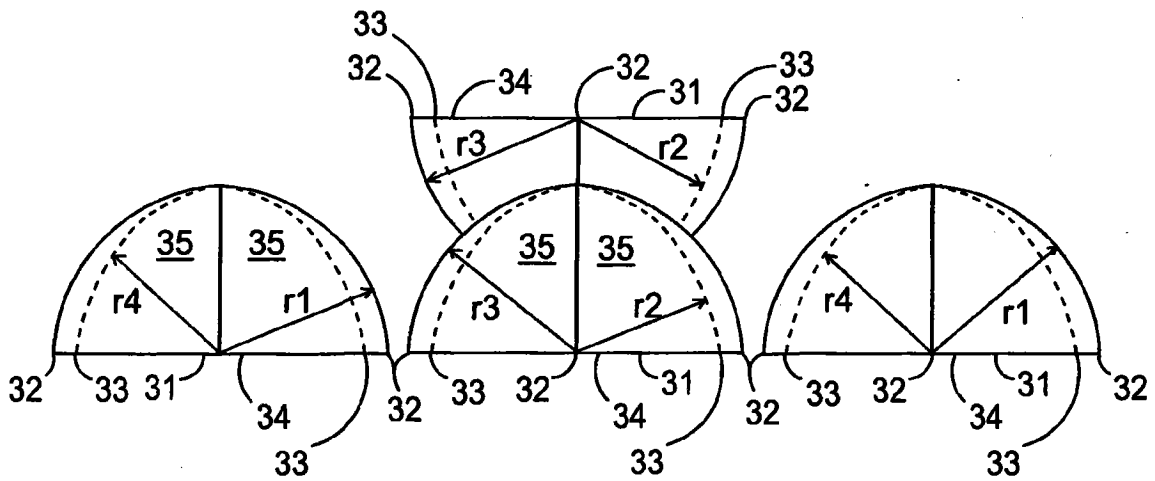


图6

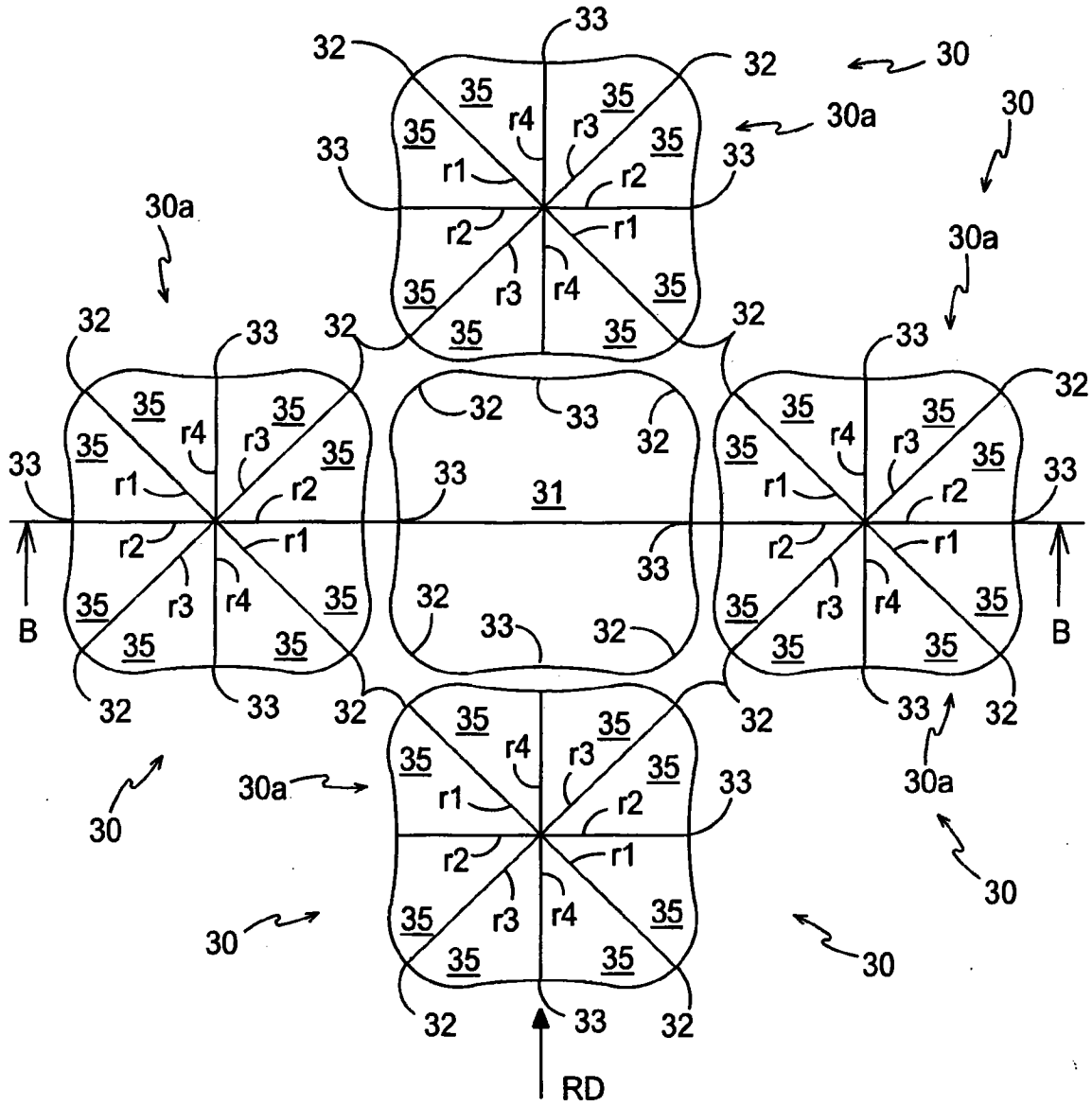


图7

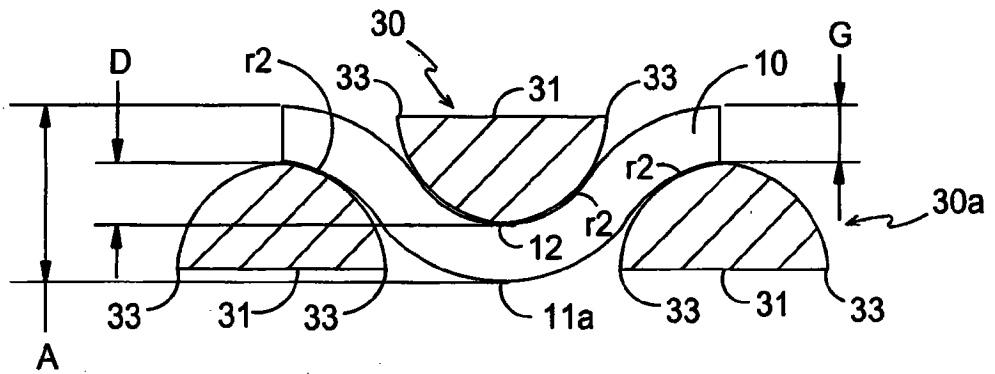


图8

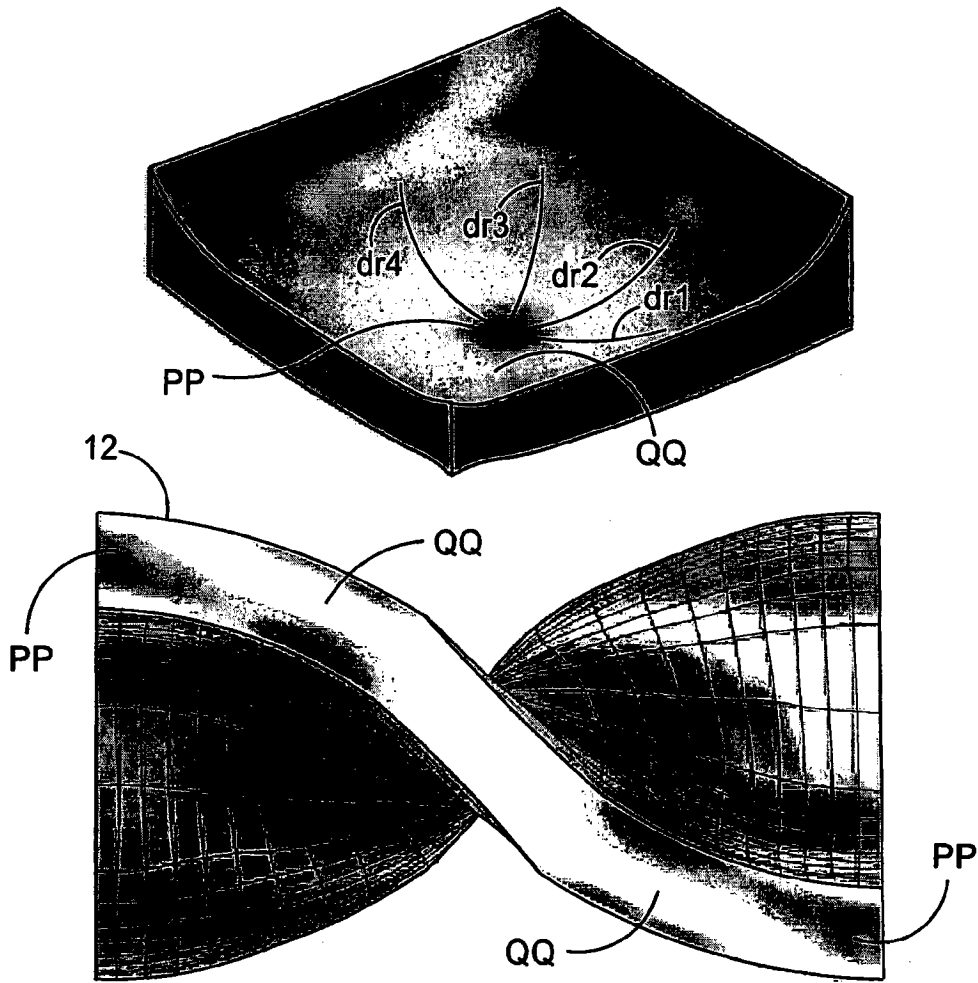


图8A

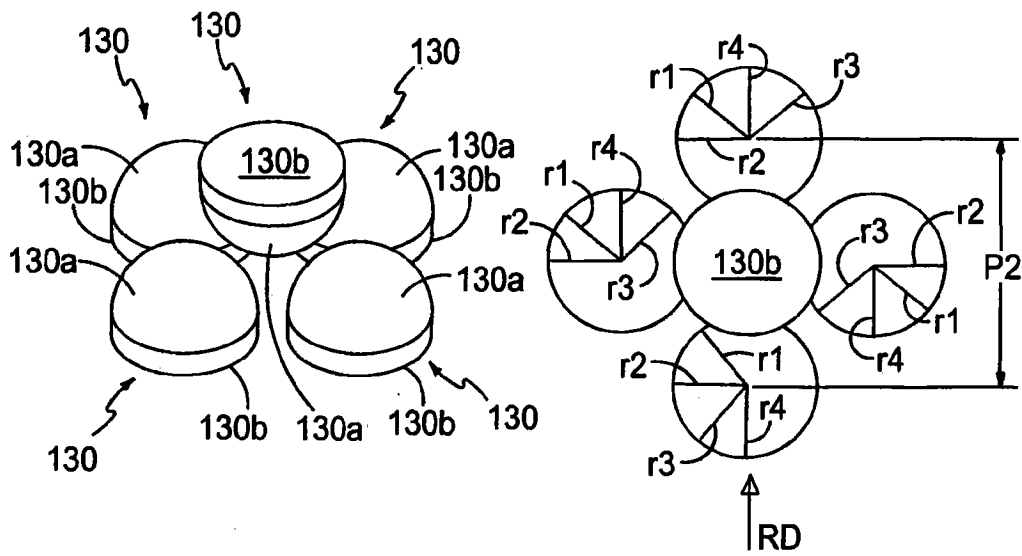


图9

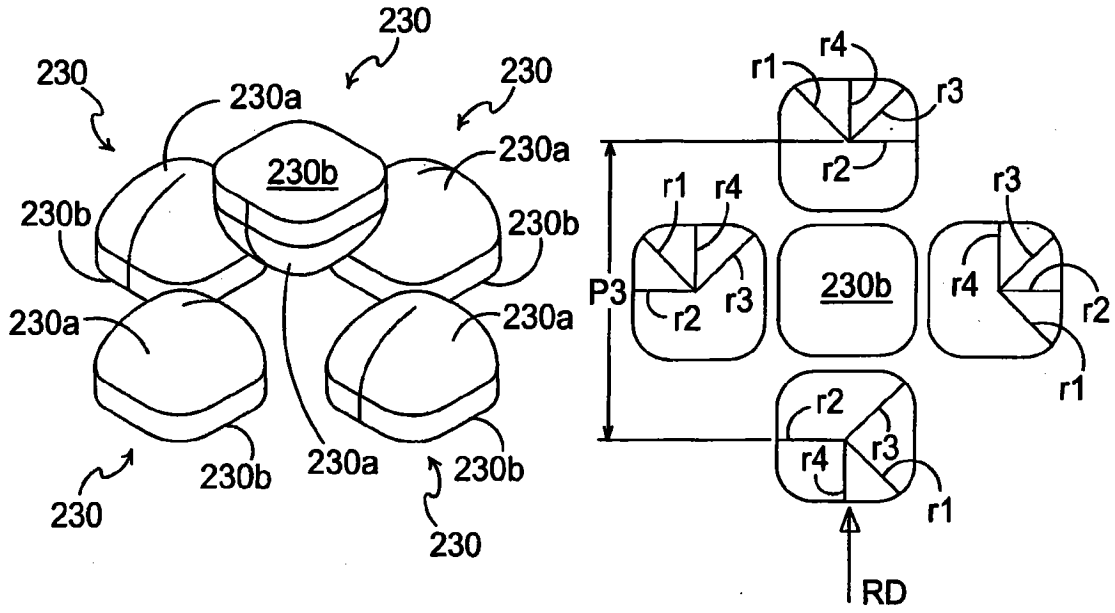


图10

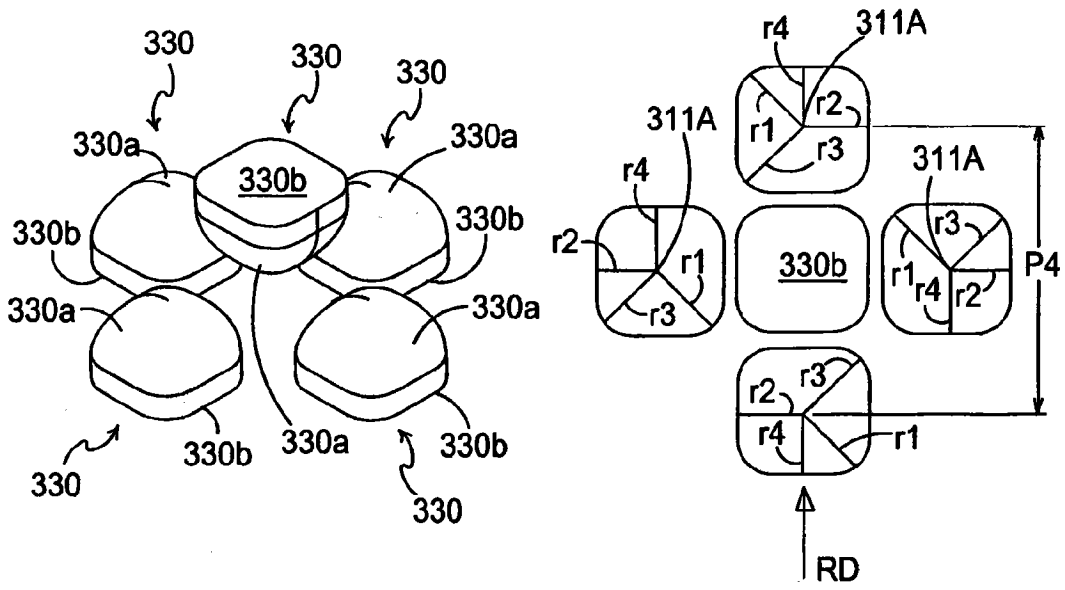


图11

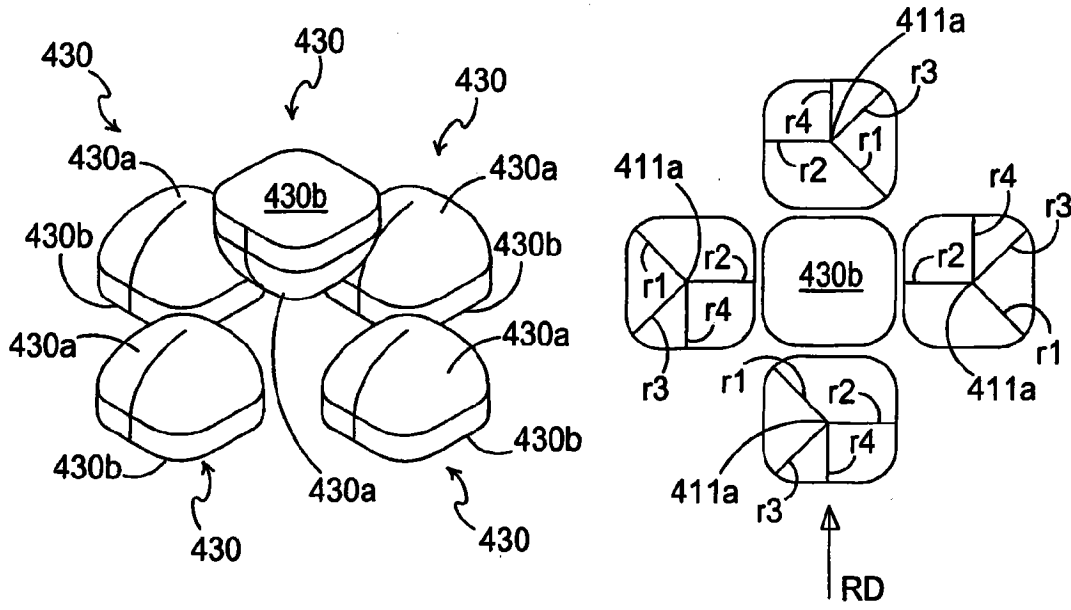


图12

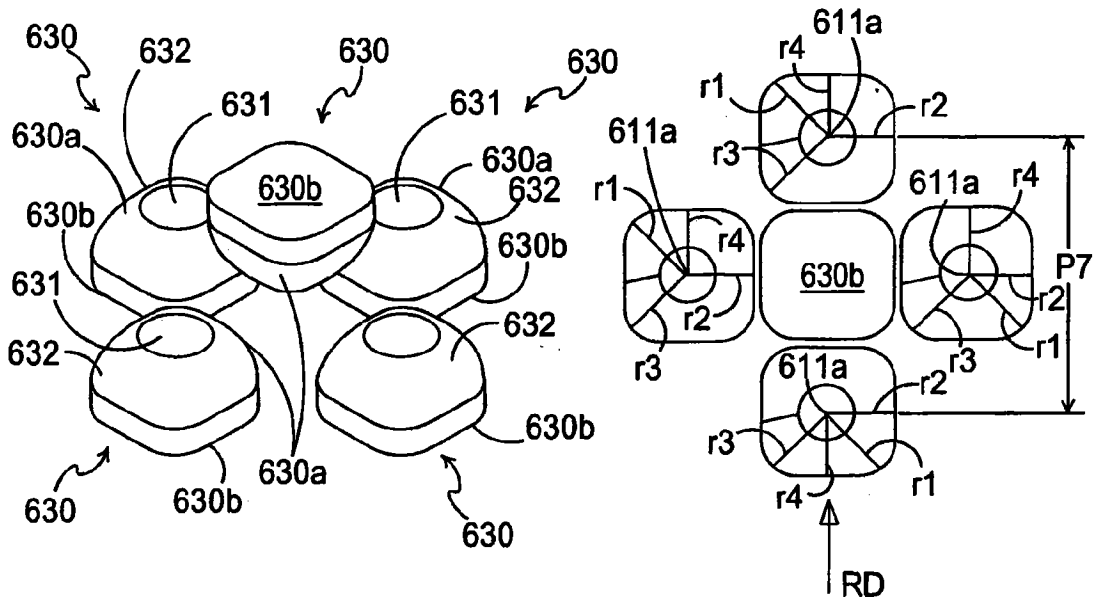


图13

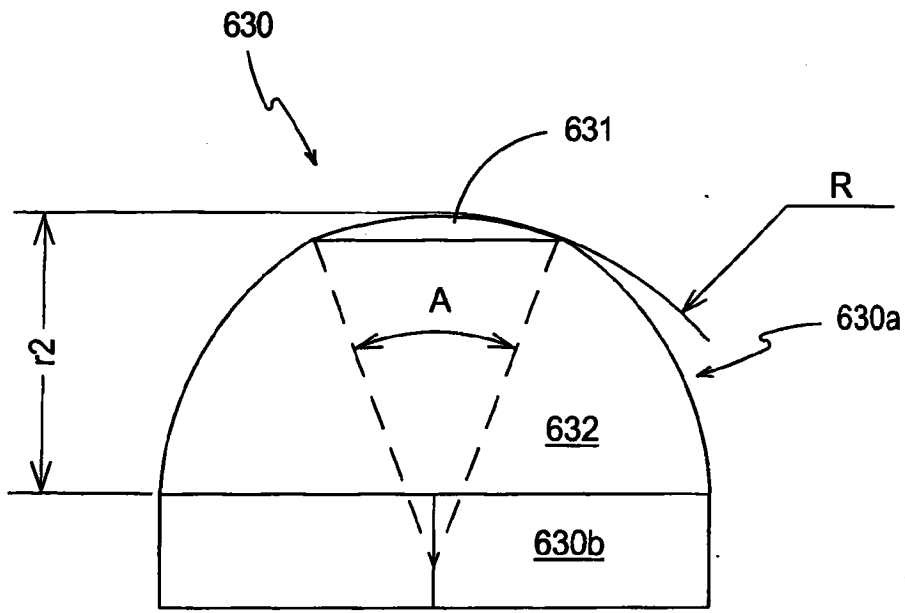


图14A

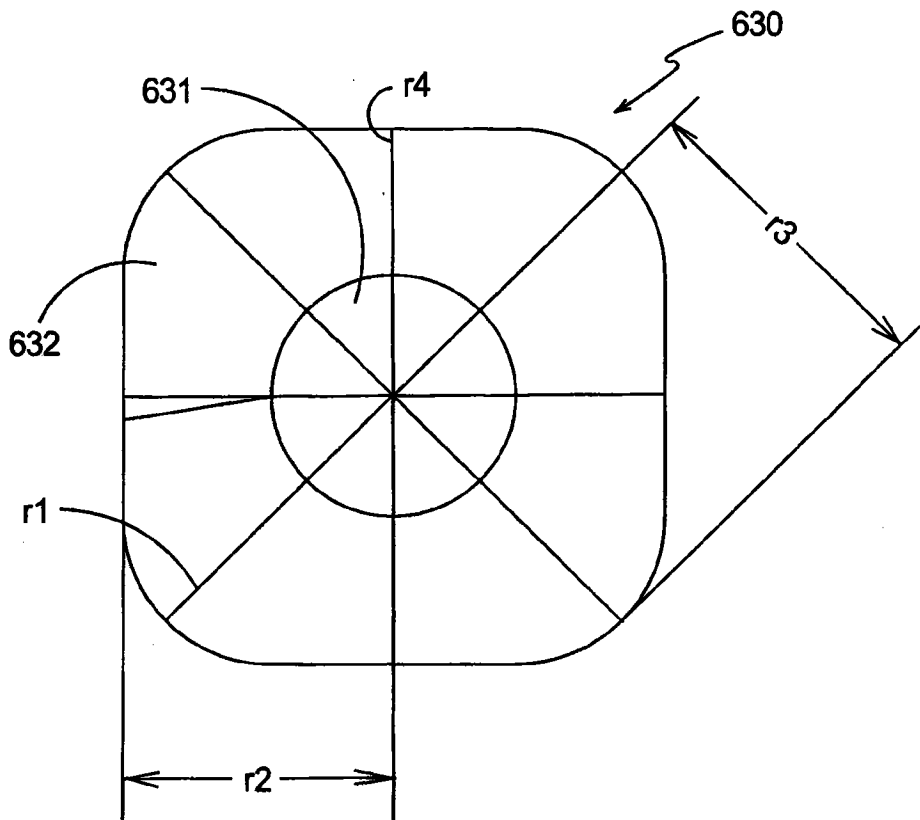


图14B

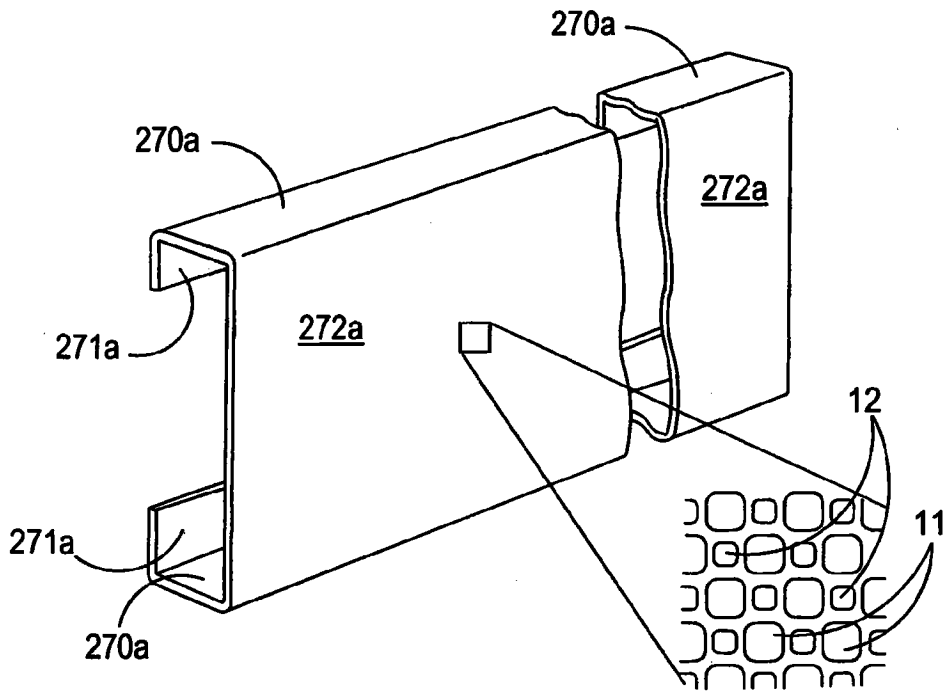


图15

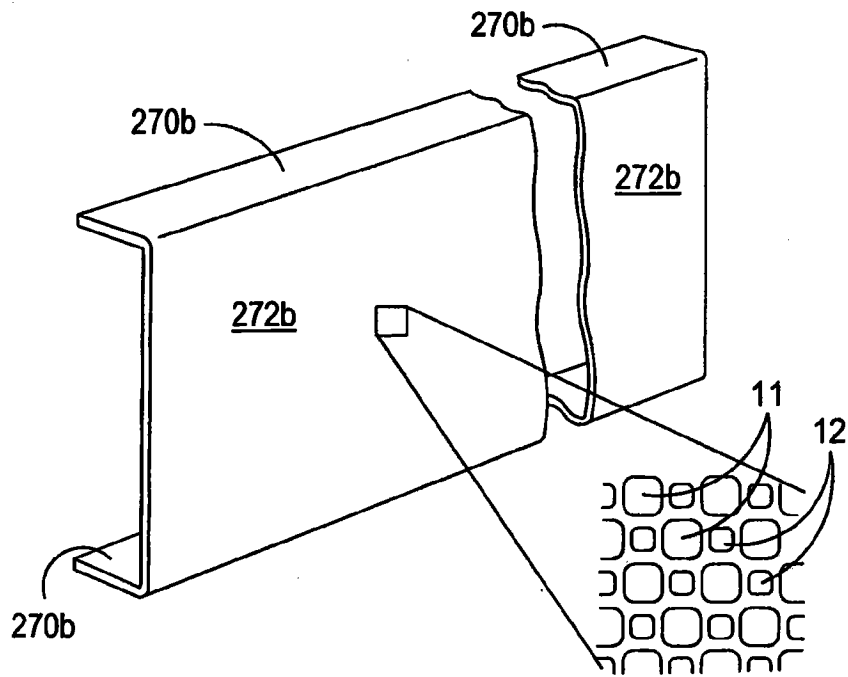


图16