



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102264655 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 17

(21) 申请号 200980153839. 6

(56) 对比文件

(22) 申请日 2009. 11. 23

US 6067819 A, 2000. 05. 30, 说明书第 5 栏第 5 行至第 7 栏第 7 行及图 1.

(30) 优先权数据

61/117, 674 2008. 11. 25 US

GB 940205, 1963. 10. 23, 说明书第 1 页第 42 行至第 2 页第 9 行和第 2 页第 64-103 行和第 3 页第 20-31 行及图 4-5.

(85) PCT 国际申请进入国家阶段日

2011. 06. 28

审查员 容淦

(86) PCT 国际申请的申请数据

PCT/US2009/065498 2009. 11. 23

(87) PCT 国际申请的公布数据

W02010/065368 EN 2010. 06. 10

(73) 专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 M · J · 德内卡

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 沙永生

(51) Int. Cl.

C03B 11/10 (2006. 01)

C03B 23/02 (2006. 01)

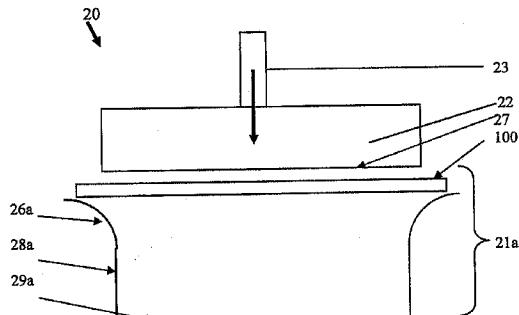
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 6 页

(54) 发明名称

用来形成玻璃制品的渐进式压制

(57) 摘要

本发明涉及一种使用柱塞和模头形成厚度小于 5 毫米的小而薄的玻璃制品的方法，所述模头包括壁、端部区域和同时与所述两个壁接触的过渡区域，过渡区域使得当从所述端部区域通过过渡区域到达所述壁的时候，所述模头的内部距离尺寸逐渐减小。



1. 一种用来形成薄玻璃制品的方法,所述方法包括以下步骤:

提供模具,所述模具由模头和柱塞组成,所述模头包括一个空腔,所述柱塞能够适合安装在所述模头的空腔内,所述模头包括:底部,与所述底部成70度至垂直角度并且与所述底部接触的侧壁,多个端壁,以及在所述模头内从所述侧壁向外延伸到所述端壁的成形过渡区域,所述过渡区域围绕所述模头空腔内部从端壁到侧壁是连续的,其中,所述底部、侧壁和端壁以及所述过渡区域限定了所述模头空腔;

提供具有长度、宽度和厚度尺寸的玻璃片,使得所述玻璃片在所述端壁和过渡区域的结合处适合于放置在所述模具内,所述模头在开始的时候基本上仅仅在边缘处与所述玻璃片接触;

将所述玻璃片加热至粘度为 $10^7\text{--}10^{13}$ 泊;

使得所述柱塞下降以接触所述玻璃;

对所述玻璃施加渐增的压力;

对所述玻璃进行压制,直至玻璃的边缘充分弯曲,形成成形的玻璃制品;

撤回所述柱塞;以及

将成形的玻璃制品从模头取出。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,提供玻璃表示提供厚度小于5毫米的玻璃。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述加热玻璃的步骤包括将玻璃加热至粘度为 $10^8\text{--}10^{10}$ 泊。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述加热玻璃的步骤使用选自以下的方法进行:辐射加热、感应加热、火焰加热和微波加热,以及将模头、柱塞和玻璃放在烘箱内加热。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述柱塞是空心柱塞,与玻璃接触的柱塞面中具有开口,通过所述柱塞对所述玻璃施加真空,从而在压制过程中将玻璃保持就位,以及将玻璃从模头取出。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述模头从玻璃的加载点向着玻璃的最终形状逐渐转变,使得在大多数柱塞位移过程中,玻璃在工件的外半部接触,所述逐渐转变是选自以下的一种形式:圆弧,斜面,椭圆形部分和漩涡形。

7. 一种玻璃制品,其通过包括以下步骤的方法制造:

提供模具,所述模具由模头和柱塞组成,所述模头包括一个空腔,所述柱塞能够适合安装在所述模头的空腔内,所述模头包括:底部,与所述底部成70度至垂直角度并且与所述底部接触的侧壁,多个端壁,以及在所述模头内从所述侧壁向外延伸到所述端壁的成形过渡区域,所述过渡区域围绕所述模头空腔内部从端壁到侧壁是连续的,其中,所述底部、侧壁和端壁以及所述过渡区域限定了所述模头空腔;

提供具有长度、宽度和厚度尺寸的玻璃片,使得所述玻璃片在所述端壁和过渡区域的结合处适合于放置在所述模具内,所述模头在开始的时候基本上仅仅在边缘处与所述玻璃片接触;

将所述玻璃片加热至粘度为 $10^7\text{--}10^{13}$ 泊;

使得所述柱塞下降以接触所述玻璃;

对所述玻璃施加渐增的压力;

对所述玻璃进行压制，直至玻璃的边缘充分弯曲，形成成形的玻璃制品；
撤回所述柱塞；以及
将成形的玻璃制品从模头取出。

8. 如权利要求7所述的玻璃制品，其特征在于，提供玻璃表示提供厚度小于5毫米的玻璃。

9. 如权利要求7所述的玻璃制品，其特征在于，所述底部是可拆卸的底部，将所述底部从所述模头拆下，使得所述模头空腔开放，使得被压制的玻璃制品从一端到另一端通过所述空腔，设置在模头下方的接收表面上。

10. 如权利要求7所述的玻璃制品，其特征在于，所述玻璃弯曲大于70°，内部弯曲半径小于玻璃厚度的四倍，玻璃制品的相邻的边缘同时弯曲。

用来形成玻璃制品的渐进式压制

[0001] 相关申请交叉参考

[0002] 本申请根据 35U. S. C. § 119(e) 要求 2008 年 11 月 25 日提交的美国临时专利申请第 61/117674 号的优先权。

技术领域

[0003] 本发明涉及通过以渐进式 (progressive) 方式进行压制来制造玻璃制品的方法；具体来说，本发明涉及能够形成具有均匀的壁厚和弯曲边缘的制品的方法。

背景技术

[0004] 玻璃制品的压制是本领域已知的，在很多专利申请中进行了描述，例如美国专利第 4,362,429 号（描述了用来由熔融玻璃片压制玻璃制品的方法和设备），第 4,797,144 号（描述了用来压制和模塑光学元件的方法），第 5,122,177 号（描述了用来对玻璃片进行压制以形成弯曲的机动车窗的方法），第 5,192,353 号（描述了用来压制接近鸟巢形状的玻璃制品的方法），第 5,213,603 号（描述了用来压制成形玻璃制品的压环设备），以及第 5,695,537 号（描述了用来弯曲玻璃片以形成弯曲的玻璃形状的方法）。

[0005] 通常用玻璃加工工艺制造玻璃制品，例如 TV 面板，饮料玻璃杯，碟子，花瓶，烟灰缸，以及形成预成形件，在之后的步骤中对预成形件进行吹塑（“压制 – 吹塑”法）。在这些工艺中，将熔融玻璃的“凝块”放在模具中，用柱塞压在所述玻璃凝块上，以形成制品。但是，这些用来形成玻璃制品的方法不能用来形成小的薄的玻璃片，例如本文所述的这些。另外，这些方法在小于软化点的粘度 ($10^{7.6}$ 泊 (Poise)) 下进行，由于压制的凝块的玻璃厚度不均匀，经常会在玻璃中形成“细小的斑点”，有害于最终制品的强度。在较低粘度下制造的制品还具有更大的扭曲，不适合用于高精度的成形。

[0006] 尽管上述专利描述了玻璃制品的形成，但是这些方法均不适合用来形成均匀的薄的精密玻璃制品，例如用作小型电子装置外壳的那些；所述小型电子装置是例如手机、个人音乐装置、计算器和其它的小型装置。本领域已知的方法无法形成可以用于这些装置的薄玻璃制品。因此，人们非常需要开发一种方法，形成尺寸容差小于 0.2 毫米的薄玻璃制品，其可以用于很多种装置。

发明概述

[0008] 本发明涉及一种用来形成薄的精密玻璃制品的方法，在本文中称作“渐进式压制 (progressive pressing)”。在一个实施方式中，使用本发明的方法形成的制品的厚度小于 5 毫米。在另一个实施方式中，所述制品的厚度小于 2 毫米。在另一个实施方式中，所述制品的厚度小于 1 毫米。

[0009] 在一个实施方式中，本发明涉及一种用来形成小而薄的玻璃制品的方法，所述方法包括以下步骤：提供模具，所述模具由具有空腔的模头以及能够适合放入所述模头的空腔内的柱塞组成，所述模头包括底部，与底部夹角为 45–90 度且与所述底部接触的侧壁，与所述侧壁限定的平面平行的端壁，以及在所述模头内从所述侧壁向外延伸到所述端部区域

的成形过渡 (transition) 区域, 所述过渡区域在所述侧壁和端壁之间的空腔的内部周围是连续的; 提供具有长度、宽度和厚度尺寸的玻璃片, 使得玻璃在端部区域和过渡区域的连接处适合进入模具之内; 将玻璃加热至粘度为 $10^7\text{--}10^{13}$ 泊; 使得柱塞下降, 与所述玻璃接触; 对玻璃施加渐增的压力; 对玻璃进行压制, 直至侧壁显著弯曲, 由此形成玻璃制品; 任选对玻璃进行冷却, 直至粘度 $> 10^9$; 撤回柱塞; 将玻璃制品从模头取出。所述端部区域用来使得玻璃工件与模头对齐。可以使端部区域的侧壁倾斜、弯曲或斜切, 以帮助对齐工件。所述侧壁也可以用销、块体或其他对齐装置代替。可以使用本领域技术人员已知的导引销、导轨、滑动件或其他固定设备, 使得柱塞与模头对齐。在一个实施方式中, 所述侧壁与底壁接触。在另一个实施方式中, 所述模头是无底的模头, 使得进行成形的玻璃制品能通过模头并从底部移出。在另一个实施方式中, 所述端壁不平行于侧壁。

[0010] 在另外的实施方式中, 将玻璃加热至粘度为 $10^8\text{--}10^{10}$ 泊。

[0011] 在另一个实施方式中, 所述柱塞是空心柱塞, 与玻璃接触的柱塞面具有开口, 经由所述开口, 通过所述柱塞对玻璃施加真空, 以将玻璃保持就位, 防止底部翘曲, 并玻璃制品形成之后将其从模头拔出。任选的, 在形成之后, 可以对所述开口进行加压, 从而将部件从柱塞弹出。

[0012] 在另一个实施方式中, 本发明涉及一种无底的模头, 所述柱塞是空心的柱塞, 与所述玻璃接触的柱塞面中包括开口, 通过所述柱塞对所述玻璃施加真空, 以将玻璃保持就位, 在制品形成的时候将玻璃从模头拔出, 或者当将柱塞完全推过模头的时候, 将形成的玻璃制品释放在接收表面上 (例如合适的传送带或旋转台)。所述真空柱塞除了用来将玻璃保持就位以外, 还可以用来减少或消除压制加工过程中玻璃表面发生的任意翘曲。任选的, 在形成之后, 可以对所述开口进行加压, 从而将部件从柱塞弹出。

[0013] 附图简要说明

[0014] 尽管说明书以及权利要求书得出结论并具体指出和明确要求保护本发明的主题, 但是我们认为结合附图, 能够更好地理解以下说明书。一些附图, 例如图 5 显示了光反射。

[0015] 图 1 是各种可以用来形成玻璃制品的成形玻璃工件。

[0016] 图 2 显示了玻璃制品 (右图) 以及用来形成该玻璃制品的工件或坯件 (左图)。

[0017] 图 3 是由图 1 所示的工件 12 制造的压制后玻璃的侧面斜视图, 显示了制品的深度及其圆化角。

[0018] 图 4 是图 3 的制品的斜视图。

[0019] 图 5 是具有不同深度的两个玻璃制品的侧面和底部的斜视图。

[0020] 图 6 显示了包括置于模头的弯曲部分上的玻璃片 (工件) 的渐进式压制设备 (模头 / 柱塞)。

[0021] 图 7A 和 7B 显示了渐进式压制工艺的起始和结束。

[0022] 图 8 显示了空心柱塞 22a 以及连接于所述柱塞 / 棒组件的真空源 62, 其可以用来通过与所述玻璃工件 100 接触的柱塞面内的开口 60 将玻璃工件保持就位。

[0023] 图 9 显示了本文所述的不同的热源可以用来对玻璃工件 100 的选定的区域进行加热的情况。

[0024] 图 10 显示了没有端壁的模头。

[0025] 图 11 基于图 10, 显示了无底的模头。

[0026] 图 12 显示了由本发明方法制造的玻璃制品的测量横截面。

[0027] 发明详述

[0028] 应当理解,没有具体显示或描述的那些元件可以采取本领域技术人员众所周知的各种变化形式。例如,用来使得柱塞上升和下降的机构,加热炉或烘箱的加热元件,传送带和圆台,以及微波、辐射、感应加热和其他加热元件都是玻璃加热领域的技术人员众所周知的,除非与本发明的方法和设备所引起的变化有关,否则在本文中都不进行描述。

[0029] 在本文中通过图示和描述来沿着本发明操作路径说明操作的关键原理以及部件关系,但是附图不一定按照实际尺寸或比例绘制。可能需要一些夸大来强调基本结构关系或者操作原理。一些用来实施所述实施方式所需的常规部件,例如各种紧固件,对齐销,导引件和固定件在附图中没有显示,以简化本发明的描述。在附图以及以下文字中,类似的部件用类似的附图标记表示,之前已经描述过的关于部件、设置或部件之间的相互作用的类似描述予以省略。

[0030] 可以采用静态负荷或者动态负荷进行压制。在一个实施方式中,采用静态负荷,将玻璃部件放置在模头上,将玻璃 / 模头的组合放置在加热炉中。然后将柱塞放置在玻璃的顶上,在柱塞顶上放置重物。然后将内部装有玻璃、模头、柱塞和重物的加热炉封闭,加热至使得玻璃的粘度为 $10^7\text{--}10^{13}$ 泊的温度,保持该温度足够的时间,以使得玻璃部件完全成形。所述柱塞顶上的重物与柱塞本身重量相结合,对玻璃施加恒定的负荷,将玻璃压制成所需形状。在另一个实施方式中,采用动态负荷,提供包括模头和可移动柱塞的加热炉。将所述玻璃部件放置在模头上,封闭加热炉。然后可以对加热炉的内部进行加热,在加热炉温度升高的时候,使得玻璃柱塞与之内的玻璃接触。当玻璃达到 $10^7\text{--}10^{13}$ 范围的粘度的时候,柱塞对经受成形工艺的玻璃施加压力。所述压力连续增大,施加于玻璃,将玻璃压制成所需形状。当压力达到预定的最大值的时候,停止施加压力,撤回柱塞,所述压力的预定的最大值可以对于每种厚度的每种玻璃组成通过实验确定。然后将形成的部件从模头和烘箱中取出。当采用静态法的时候,对于厚度等于或小于 2 毫米的玻璃,静态负荷为 1-8 千克。对于 1 毫米厚的部件,静态负荷为 3-6 千克。对于 0.5 毫米厚的部件,静态负荷为 2-5 千克。对于具有不同厚度和尺寸的部件,所述静态负荷可以相应地调节。当采用动态法的时候,动态负荷的上限落入相同的 1-8 千克的限制。也即是说,对于 0.5 毫米的部件,动态负荷上限为 3-6 千克,对于 0.3 毫米的部件,上限为 2-5 千克。

[0031] 目前,用于小型装置的薄玻璃制品,特别是由小玻璃片或工件制造的那些薄玻璃制品,不得不通过对玻璃基材进行机械加工而制得。(本文所用术语“片”和“工件”可以互换使用)。目前已知的真空弯垂和压制法无法制造具有均匀厚度或者尺寸容差小于 0.2 毫米的薄而复杂的玻璃形状。图 1 以非限制性的方式显示了可以使用本发明的方法制造的玻璃制品的不同的玻璃形状。在图 1 中,附图标记 11 显示了具有直角的角的矩形工件,附图标记 12 显示了具有圆化的角的矩形工件,附图标记 13 显示了椭圆形工件,附图标记 14 显示了圆形工件。可以使用合适的柱塞 / 模头的组合将图 1 所述的各个工件加工成与工件形状相同的制品(即矩形、椭圆形或圆形)。也可以使用本发明的方法对形状不同于图 1 所示的工件进行加工。对于不同形状的工件,必须使用适当形状的模头和柱塞。在本发明的附图中,除非另外说明,否则,用来制造所示制品的玻璃的厚度为 1.3 毫米(0.13 厘米)。另外,所述柱塞的尺寸小于所述玻璃工件的尺寸。例如,当使用长 15 厘米、宽 6 厘米、厚 1.3 毫米

的工件的时候,可以使用面尺寸(与玻璃工件接触的侧面)为14厘米×5厘米的柱塞形成在各侧上具有约0.5厘米(5毫米)的深度的制品。所述柱塞可以在工件上置于中心,从而在最终产品中获得这些尺寸。

[0032] 例如,图2-5显示了根据本发明制造的玻璃制品。所述玻璃制品呈矩形形状,此种形状可以用于很多小型电子制品,例如手机、个人音乐播放器和其它的装置。在这些装置中,希望玻璃制品的厚度尽可能薄,同时保持机械可靠性。本发明的方法特别适合用来加工具有以下尺寸的玻璃片:其厚度小于5毫米,并且(1),各自独立地,长度和宽度(或者对于椭圆形制品,为主轴和副轴)小于或等于25厘米(≤ 25 厘米),或(2)直径小于或等于25厘米。在另一个实施方式中,所述厚度小于3毫米。在另一个实施方式中,所述长度和宽度各自独立地为4-15厘米。在另一个实施方式中,所述厚度小于1毫米。在另一个实施方式中,弯曲半径小于玻璃厚度的两倍。

[0033] 图2显示了在渐进式压制之前(100,左侧)和之后(102,右侧)的玻璃工件。图3和图4是图2所示的制品的斜视图,不同之处在于,图4仅仅显示了形成的制品。图3显示了使用本发明所述的方法制造的制品的照片。在此工艺中,将1.3毫米厚的平坦的片压制成浅的“碟”,该碟具有平坦的底部和连续的侧壁,所述侧壁延伸至比碟的底部高3.5毫米。将制品的角切成圆角,以免在压制过程中发生弯曲。图5显示了使用本发明的方法形成的具有不同深度的两种玻璃制品102和104,左边的制品102与图2-4所示的制品相同。将图5的制品翻转成底朝天,以更好地显示角处的曲率以及从制品底部到侧壁的弯曲的过渡情况。两个制品的长度和宽度都在4-15厘米的范围内,左边的制品102的深度约为1厘米(10毫米),右边的制品104的深度约为0.3厘米(3毫米)。

[0034] 图5的制品由小玻璃片或工件形成,例如图2所示的那些。但是,图2的玻璃片不适于进行弯垂,这是因为其陡峭的壁与底部成直角,这会造成侧壁的拉伸,因此在最终制品的高冲击区域形成薄的点,这会导致机械强度脆弱的制品。类似的,通常使用玻璃凝块进行的热玻璃或熔融玻璃的压制也不适合用来形成厚度小于1毫米的玻璃制品,特别是厚度小于0.5毫米的玻璃制品。特别不适合具有90°(直角)的侧壁的制品,这是因为在压制过程中,由于玻璃的骤冷,玻璃无法流入角区域。但是本文所述的渐进式压制工艺克服了这些难题。

[0035] 图6是根据本发明用来形成玻璃制品的设备20的主要部件的切面侧视图,其中驱动机构、加热炉等之类的元件省略掉了。所述设备20包括模头21和柱塞22,包括与柱塞连接的移动棒23。所述柱塞具有顶壁、侧壁和底壁,底壁用附图标记27表示,其它的壁未给予附图标记。如图所示,所述模头21包括侧壁28(前侧壁和后侧壁未显示),端壁24(前端壁和后端壁未显示),底壁29以及围绕模头从侧壁28向外延伸到端壁24的过渡区域26。相对侧壁之间的距离小于与相对侧壁相关的相对端壁之间的距离,这是因为过渡区域26是围绕模头在端壁和侧壁之间向外延伸的,以及模头各侧面上的端壁和侧壁是互相平行的。过渡区域的形状是非常重要的,应当是平整且凸起的,以防产生任何尖锐的边缘,所述尖锐的边缘有可能在玻璃滑过的时候钩挂玻璃,造成划伤或沟槽。所述过渡区域26的截面可以是简单的圆弧,椭圆形,或者任意其它的平整的连续表面。将图中显示为100的玻璃片放置在过渡区域26上,加热至 10^{13} 至 10^7 泊,然后压制成成形的制品。可以在将玻璃放置在过渡区域上之后,对玻璃进行额外的加热,例如使用红外辐射进行加热。图

6 的箭头显示了柱塞的向下运动。在一个实施方式中,图 6 的模头可以具有可拆卸的底部,或者是无底的模头,使得进行压制的玻璃片可以通过模头,落在收集表面上。图 11 显示了无底模头的一个例子。

[0036] 在设备 20 的另一个实施方式中,如图 10 所示,所述模头 21a 没有端壁 24。如图 10 所示,所述模头包括侧壁 28a(前侧壁和后侧壁未显示),底壁 29a 和过渡区域 26a,如图 10 所示,所述过渡区域围绕模头 21a 从侧壁 28a 向外延伸。柱塞 22 和向下移动的棒 23 如图 6 所示。将图中显示为 100 的玻璃片加热至 10^{13} 至 10^7 泊,设置在过渡区域 26a 上,然后压制成成形制品。可以在将玻璃放置在过渡区域上之后,对玻璃进行额外的加热,例如使用红外辐射进行加热。图 10 的箭头显示了柱塞的向下运动。

[0037] 图 7A 和 7B 显示了如图 6 所示使用模头和柱塞的情况,图中显示了压制工艺开始和结束的情况。在图 7A 中,柱塞 22(图中未显示棒部分)与软化的玻璃 100 接触,对软化的玻璃 100 施加压力,使得玻璃在通过过渡区域 26 的过程中,玻璃的侧面开始变形,形成玻璃制品。在图 7B 中,附图标记 100 显示了与图 7A 相比,在成形工艺中进一步加工的玻璃,附图标记 102 显示了制品的成形完成之后的玻璃制品。虚线箭头显示了柱塞 22 进一步移动以形成制品。一旦成形完成,撤回柱塞,将完成的制品 102 从模头移出。在一个实施方式中,所述柱塞面是实心的。在另一个实施方式中,所述柱塞 22 和移动棒 23 可以是空心的,所述柱塞面可以具有通过该面的开口,可以在成形过程中施加真空,从而将玻璃保持就位,在成形工艺完成的时候,将玻璃从模头中移出。还可以将图 10 所述的设备用于参照图 7A 和 7B 所述的压制工艺。

[0038] 所述玻璃片可以由任何适合用于预期用途的玻璃制造;例如,硼硅酸盐玻璃、铝硼硅酸盐玻璃、钠钙玻璃、二氧化硅-氧化钛玻璃、二氧化硅-氧化铝玻璃、碱金属铝硅酸盐玻璃(例如 Corning Gorilla™ 玻璃)以及本领域已知的其它的玻璃。首先将玻璃切割成一般的形状,对边缘进行精整(也即是说,进行平直化、圆化、抛光、研磨或其它的加工,以制备所需的表面和边缘)。然后将玻璃加载入设备 20 中,使得玻璃 100 的端部置于模头 21 的过渡区域 26 上。然后将玻璃 100 和设备加热至接近玻璃的软化点,通常加热至玻璃的粘度为 10^7 - 10^{13} 泊,相当于温度约为 600-875°C。在优选的实施方式中,粘度为 10^8 - 10^{12} 泊,最优选为 10^8 - 10^{10} 泊(对于 Corning GorillaTM 玻璃为 680-800°C)。优选在尽可能冷的条件下(较高的粘度)对玻璃 100 进行压制,因为在压制的时候玻璃的温度越低,则最终制品的表面精整和尺寸容差越好。但是,较低的压制温度使得压制过程较慢。因此,对压制速度和最终制品的质量之间进行权衡折衷。根据产品的指标、经济因素和其它的因素来确定温度/压制压力的选择。另外,如果玻璃变得过冷,也即是说,如果玻璃接近其 T_g 或退火点,玻璃可能会折断而非弯曲。

[0039] 在压制工艺完成之后,将制品和模具从加热炉内取出;冷却至低于使得玻璃粘度为 10^7 - 10^{13} 泊的温度,例如但不限于,对于在 600-875°C 的温度下粘度为 10^7 - 10^{13} 泊的玻璃,将玻璃温度冷却至 450-650°C;然后将压制的制品从模具中取出,然后对制品进行进一步的冷却。在一个实施方式中,例如对于在 600-875°C 温度范围内的粘度为 10^7 - 10^{13} 泊的玻璃,将制品从加热炉内取出,冷却至 480-620°C,然后将制品从模具中取出。一般来说,将制品冷却至比玻璃成形温度低 50-150°C 的温度。在另一个实施方式中,在压制完成之后,如上文所述,在加热炉内将制品冷却,将制品和模具从加热炉移出,然后将制品从模具移出。

[0040] 在本发明的渐进式压制法中，模头和柱塞的形状是重要的参数。在优选的实施方式中，如图 6 所示，所述模头包括圆弧、斜角、椭圆区段、旋涡状或从玻璃片的“加载点”到最终形状的其他逐渐过渡。所述形状将从边缘开始，逐步向着部件的中心推进，对部件进行逐步成形。由此可以进行最大的弯曲运动，因此可以在高粘度情况下进行压制，在此情况下，表面精整效果最佳。所述逐步的形状可以是平滑而连续的，以避免出现任何不连续结构，所述不连续结构可能会对玻璃滑动和弯曲成所需形状造成扭曲钩挂、划痕或其它的影响。所述柱塞的形状与模头的形状以及进行成形的玻璃制品的形状相符。如图 6, 7A 和 7B 所示，所述柱塞可以具有与玻璃接触的圆化的或方形的角。在优选的实施方式中，所述柱塞的角的形状为最终制品所需的形式；例如，如图 2-5 所示为圆化的角。

[0041] 在本发明的一个实施方式中，将所述玻璃片 100 放在模头 21 中，使得其置于过渡区域 26 上。然后在加热炉内将模头 21、柱塞 22 和玻璃 100 加热至接近玻璃的软化点，使用柱塞对玻璃逐渐施加压力，将玻璃压入模头中，形成制品。当压制完成的时候，将模头从加热炉取出，使其冷却，将玻璃制品从模头取出。在一个实施方式中，模头 20 的底部 29 不存在，完成的玻璃制品被柱塞推过模头，移动到接收表面上。在一些情况下，所述模头是无底的模头（不存在底部 29），柱塞的移动继续进行，直至制品 102 与接收表面（图中未显示）接触或者几乎与接收表面接触。然后撤回柱塞 22，将新的玻璃片放入模头中，加热至接近其软化点，重复该压制过程。

[0042] 在图 8 所示的另一个实施方式中，所述柱塞 22a 是空心的，在其与玻璃片 100 接触的底面 27 中具有开口 60，使得可以对与柱塞 22a 接触的玻璃 100 的表面施加真空。根据真空源与柱塞 / 棒组件的相连位置，棒 23a 可以是实心的或者空心的。例如，真空源 64 通过空心连接器（例如管子）64 与柱塞 22a 相连（或者与棒 23a 相连），从而施加真空。或者，如果棒 23a 是空心的，可以将真空源与棒连接。所述真空将玻璃保持就位，促进由工件 100 压制的玻璃制品 102 从模头的去除。然后通过进入气体而破坏真空，使得制品 102 被释放，置于接收表面上。当模头 21 存在底部 29 的时候，在将片材从模头 21 撤出并置于接收表面上之后，破坏真空。如果模头 21 内不存在底部 29，则在制品 102 通过模头并置于接收表面上的时候破坏真空。

[0043] 在另一个实施方式中，在采用真空或不采用真空的情况下，将柱塞组件置于烘箱、加热炉或其他加热设备中，所述加热设备包括（1）通过该设备的传送带，或者（2）位于加热炉内的旋转台，所述传送带或旋转台各自能够容纳多个模头，在模头上具有玻璃片，如本文所述。使得模头移动，直至其位于柱塞下方，此时模头停止移动。然后使得柱塞下降，与玻璃接触，如本文所述将玻璃渐进式压制为玻璃制品。当压制完成的时候，将柱塞从模头撤回，将模头从柱塞下方移出，代之以其中包括玻璃片 100 的新模头。或者，当使用无底模头的时候（见图 11，其基于图 10，不同之处在于，29b 表示通过除去图 10 的底部 29a 在模头的底部形成的开放区域），将压制而成的制品从模头的底部推出。然后将压制而成的制品置于模头下方的表面上。然后，柱塞通过模头撤回，可以移除模头，代之以其上具有玻璃片 100 的新模头，或者在模头上放置新的玻璃片 100。图 6, &a, 7B 和 9 所示的模头也是无底的模头。

[0044] 在一个实施方式中，当包括压制后的玻璃的模头位于可以从加热区域移出的位置的时候，将模头从加热区域移出，从加热设备取出，然后将压制后的玻璃制品从模头移出。在将包括压制后的玻璃制品的模头从传送带或旋转台移出的时候，将包括未压制的玻璃片

的另外的模头置于传送带或旋转台上。或者,当使用旋转台的时候,插入玻璃片,重复该循环。在一个实施方式中,当将加热炉或烘箱用作加热设备的时候,所述烘箱具有挡板或隔膜以形成不同温度的区域,以便促进在压制之前和压制过程中对玻璃的加热,以及在压制之后对玻璃的冷却。

[0045] 尽管以上的段落描述了在加热炉或烘箱中对整个柱塞、模头和玻璃组件进行加热,但是在本发明优选的实施方式中,采用局部加热优选对玻璃需要变形和 / 或弯曲的区域进行局部加热。可以使用辐射、感应加热、微波加热、激光、火焰或本领域已知的其他加热方法对需要变形和 / 或弯曲的区域进行局部加热。在一个实施方式中,可以在过渡区域 26 处,将加热元件设置在模头外侧周围,在玻璃移动通过模头的时候,也通过传导对玻璃进行加热。图 9 显示图 6 的设备 (为了清楚起见,除去了附图标记),其包括至少一个加热源 80, 所述加热源可以是火焰、微波或辐射源,对工件 100 的外部部分进行加热。图中还显示了感应加热源或加热线圈 82, 其在压制开始之前、工件初始设置位置处围绕模头外侧缠绕。

[0046] 用来制造玻璃制品的模头和模具可以由任意用于压制玻璃的材料制造。例如,所述模头 / 模具可以由钢和各种钢合金制成,其上涂覆或不涂覆保护金属 (例如但不限于用铂、钛或钨涂覆) 和 / 或本领域已知可以用于模塑或挤出玻璃的脱模剂,可以由石墨制成,涂覆脱模剂或未涂覆脱模剂。钢模具的一个例子是涂覆了铂的钢模具。在一个优选的实施方式中,对柱塞涂覆钢或钢合金柱塞,所述模头是两部分式模头,由外部部件和石墨插入件组成,所述外部部件如图 6 所示包括底部、侧壁、过渡区域和端部区域,所述石墨插入件具有相同的形状,用来插入所述外部部件。理想情况下,所述模具的热膨胀系数 (CTE) 与玻璃类似,以免在加热或冷却过程中产生不同的应力或位移,以及保持严格的尺寸控制。

[0047] 还优选对玻璃坯件和模具的尺寸进行设计,使得在模塑温度下,在“端部或加载区域”和玻璃坯件之间具有 5–100 微米的间隙,以提供用于玻璃加载和成形的间隙。希望玻璃具有圆弧、斜切、圆化或圆切的边缘,防止玻璃片在模头和柱塞的侧面上结合或钩挂。还对完成的边缘提供了一种形状,如果要在成形之后再进行精整,该形状就太复杂了。

[0048] 本领域已知的任何玻璃均可通过本发明的方法进行渐进式压制,只要模塑设备适合于压制玻璃采用的温度,要求是在最高操作温度下,所述设备不会与选定的玻璃反应。形成玻璃 – 陶瓷的玻璃还可以在成形的同时陶瓷化,在所述渐进式压制设备中形成完成的玻璃陶瓷。一般来说,对加热至粘度为 10^7 – 10^{13} 泊的玻璃进行渐进式压制,对于碱金属铝硅酸盐玻璃,这相当于温度约为 600–875°C,所述碱金属铝硅酸盐玻璃包括离子交换的碱金属铝硅酸盐玻璃,例如但不限于 Gorilla™ 玻璃 (康宁有限公司)。在一个实施方式中,所述粘度为 10^8 – 10^{10} 泊。所述玻璃的例子包括硼硅酸盐玻璃,铝硼硅酸盐玻璃,Gorilla™ 玻璃 (康宁有限公司) 以及本领域已知的在等于或低于 950°C 的温度下粘度为 10^7 – 10^{13} 的其他玻璃。

实施例

[0049] 将尺寸约为 100 厘米 × 100 厘米、厚度为 1.3 毫米的大型铝硼硅酸盐玻璃片切割成尺寸为 7×15 (长 × 宽) 的工件,用于渐进式压制成玻璃制品。在压制之前,对工件的边缘进行研磨,将角圆化,如图 1 所示。将所述工件置于模具 21 上,将端部区域 24 置于过渡区域 24 上。然后将装有工件的模具放入加热炉内,柱塞 22 下方,所述柱塞 22 事先安放在加热炉内。将玻璃加热至粘度为 10^7 – 10^{13} 泊,压制 15 分钟。初始施加的压力足以使得玻璃开

始变形，随着压制的继续，压力逐渐增大。确切的压力将取决于玻璃，在压制设备中冷却的速度，以及玻璃的厚度。在实验室中，使用放置在柱塞上的 4 千克的重物进行压制，使得加热至粘度为 10^7 - 10^{13} 泊的玻璃变形，以根据模具形成所需的形式。根据本发明，在对玻璃片进行压制的时候，玻璃片变成包括至少一个大于 45° 的弯曲的制品。如图 12 所示，图 12 显示了图 3 的玻璃制品的截面图，根据本发明所述的方法，当弯曲大于 70° 的时候，内部弯曲半径 100（内部弯曲曲率半径）小于玻璃片的厚度的四倍，玻璃的相邻边缘 110 同时弯曲。当弯曲大于 85° 的时候，所有的边缘向上弯曲，弯曲的曲率半径小于玻璃片厚度的两倍。

[0050] 尽管已经参考有限数量的实施方式描述了本发明，但是受益于本公开的本领域技术人员可以理解，能够在不背离本发明所揭示的范围的前提下进行其他的实施方式。例如，本发明描述了对具有直径和厚度的玻璃坯块进行热处理，或者对由坯块获得的玻璃芯进行热处理，但是可以根据本发明对具有任意厚度和形状的玻璃进行处理。例如，所述玻璃可以是矩形、正方形、八边形、六边形、椭圆形等。因此，本发明的范围仅由所附权利要求书限定。

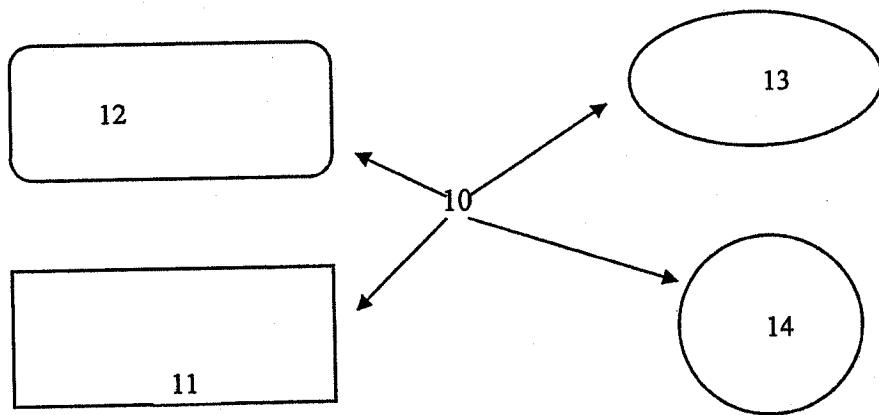


图 1

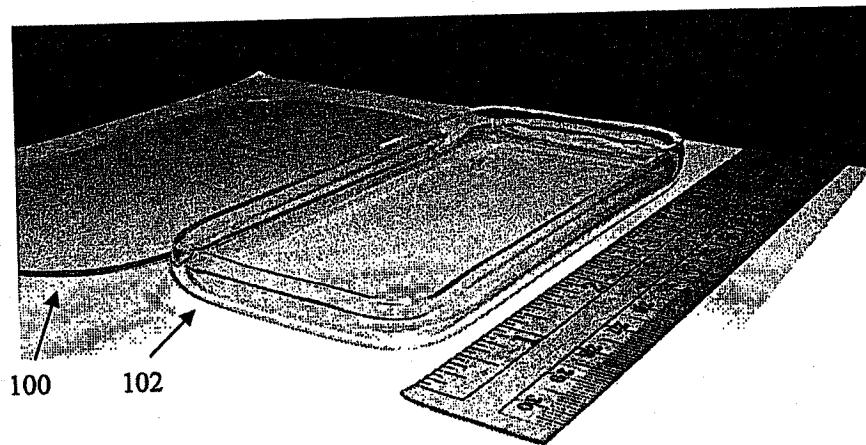


图 2



图 3

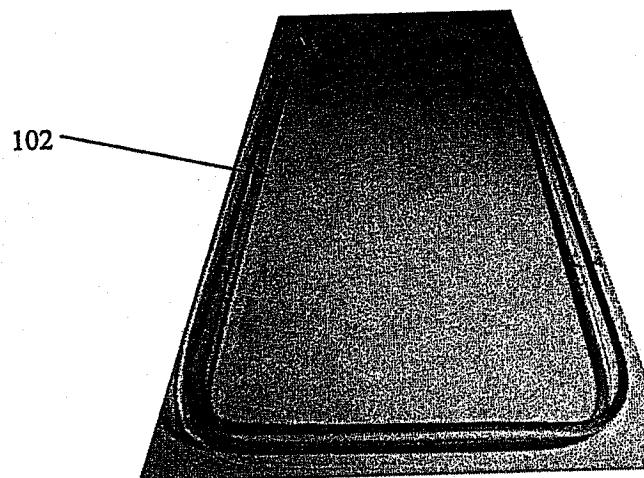


图 4

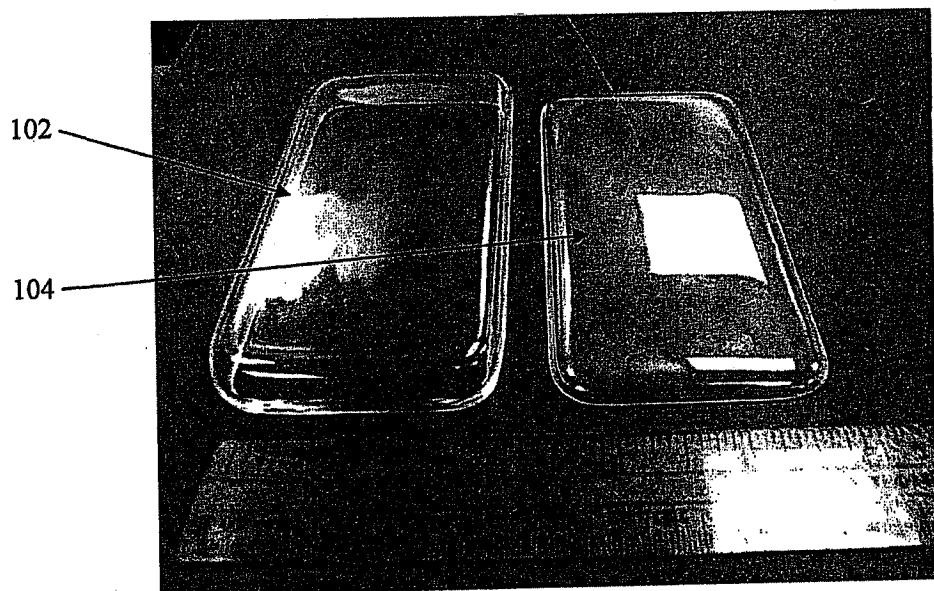


图 5

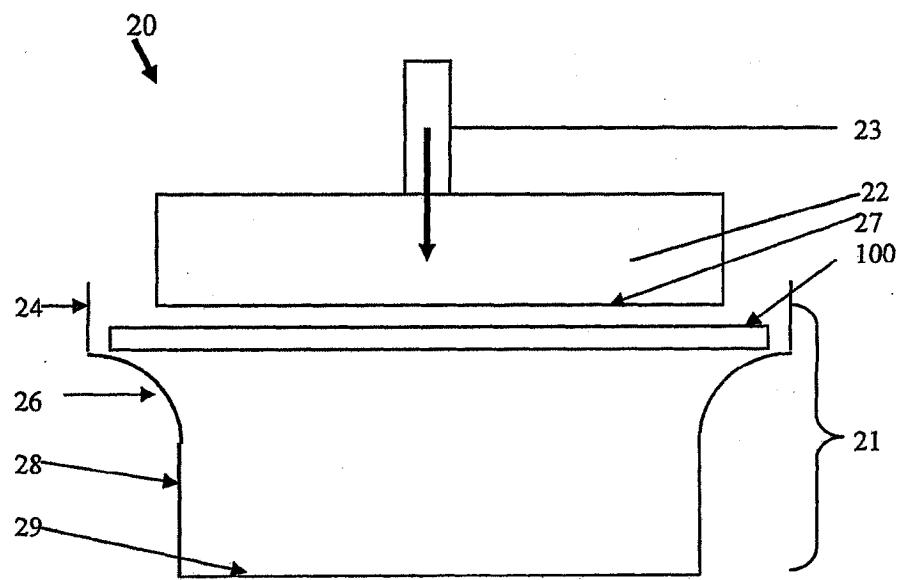


图 6

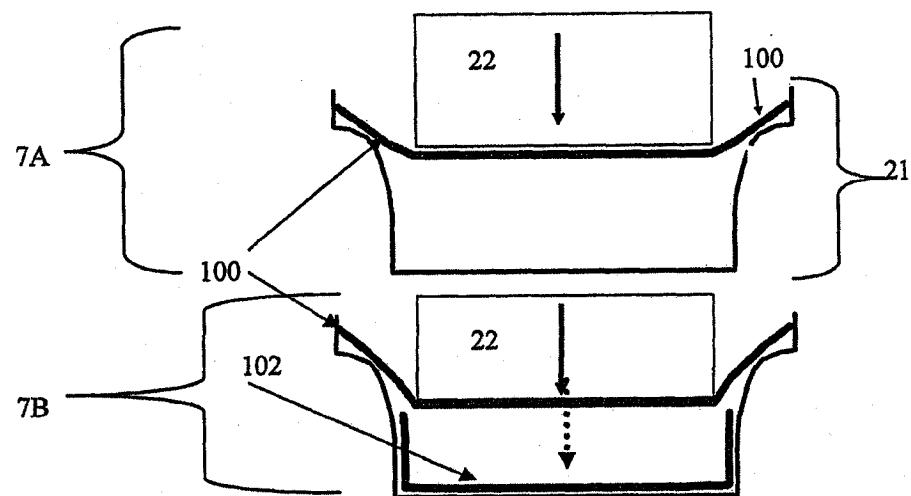


图 7A\B

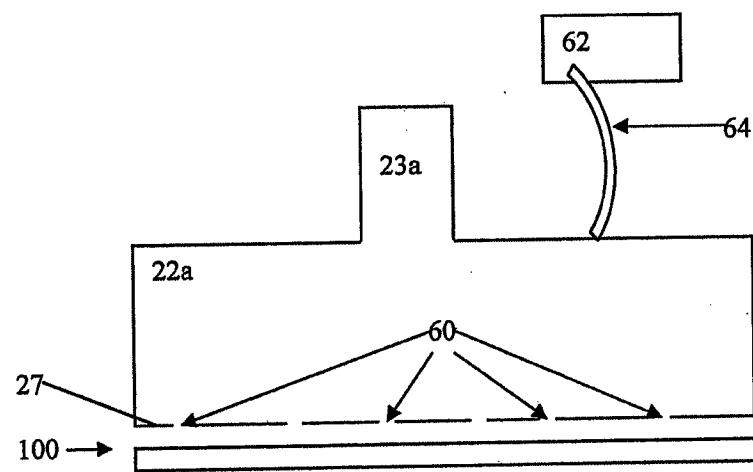


图 8

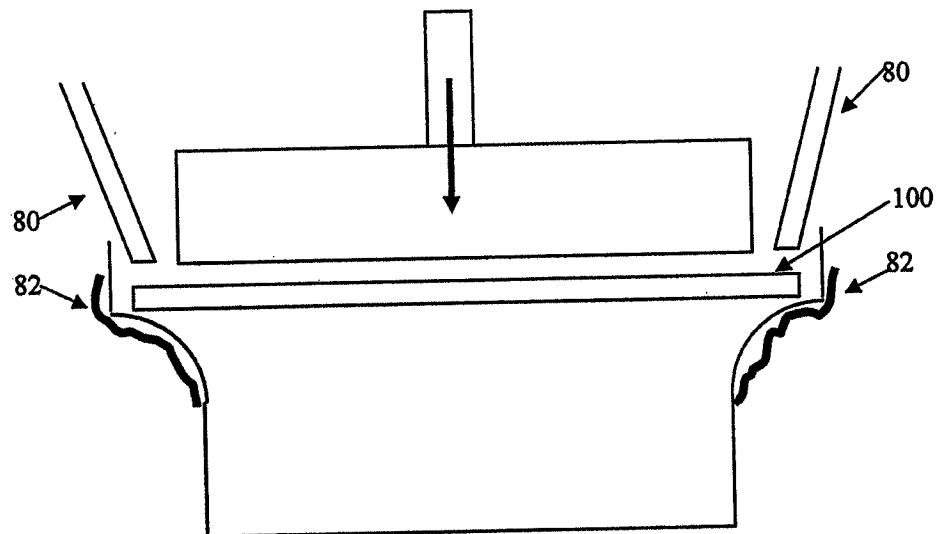


图 9

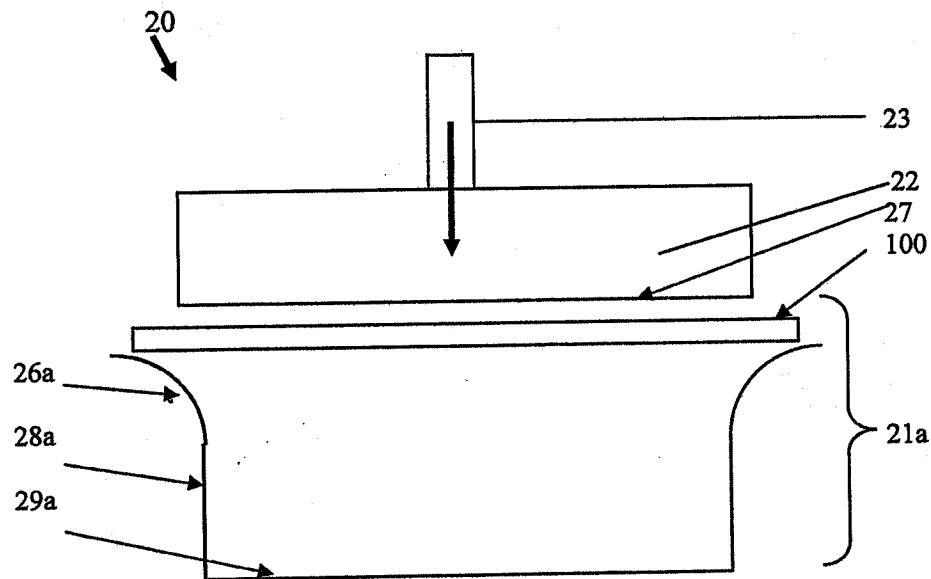


图 10

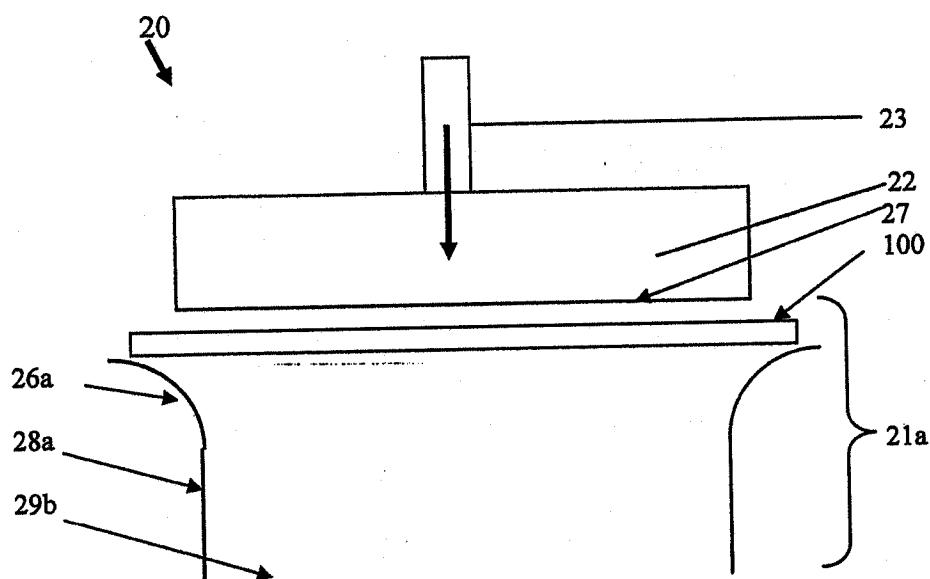


图 11

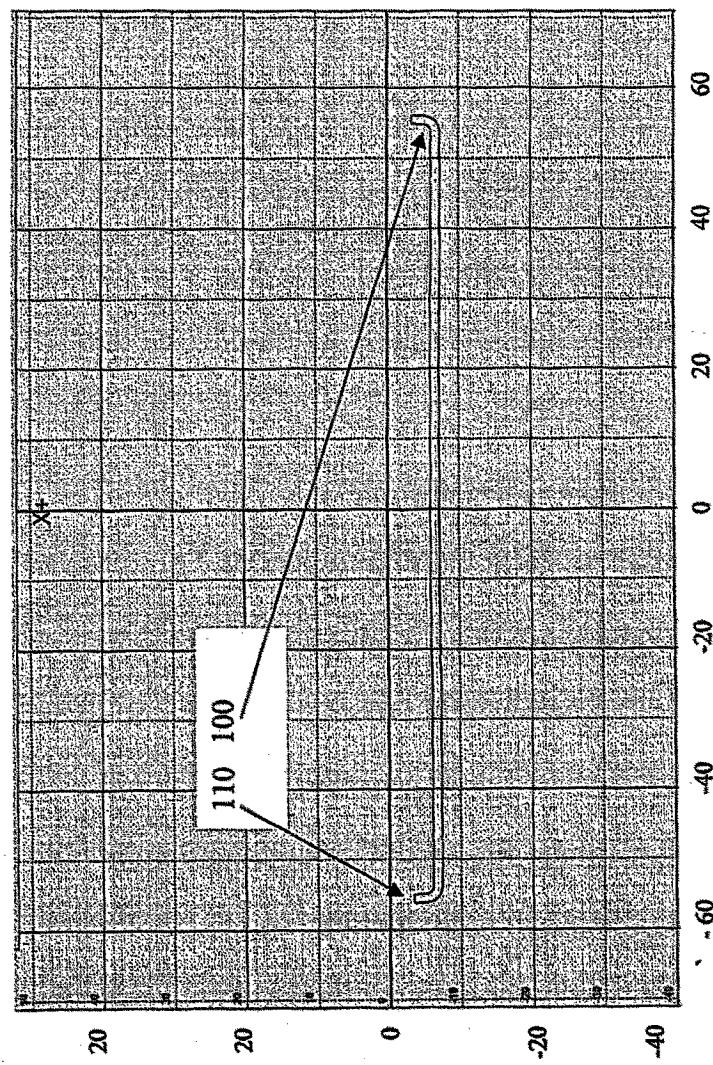


图 12