



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 87104162.6

[51]Int.Cl⁵

B29C 45 / 56

[45]授权公告日 1995 年 6 月 28 日

[24]颁证日 95.4.14

[21]申请号 87104162.6

[22]申请日 87.5.5

[30]优先权

[32]86.5.5 [33]US[31]06 / 1860.00

[73]专利权人 加利克 / 莫斯公司

地址 美国明尼苏达州

[72]发明人 斯蒂文·迈克尔·莫斯

乔治·约瑟夫·加利克

// B29K 69 : 00, B29L 11 : 00

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 黄力行

说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 制品的成型方法

[57]摘要

用于注射压缩成型热塑性塑料件的方法和设备。最佳装置 100 包括模板组件 106、肘杆合模组件 102、螺杆注射组件 101、向肘杆合模组件 102 和螺杆注射装置 101 提供动力的液压系统以及连接控制与成型的各种液压装置的控制系統 88。模板组件 106 具有多个变容模腔 7。在一个实施方案中，塑化的树脂从螺杆注射装置 101 注射到扩大的模腔 7，肘杆合模组件 102 则对注入的树脂进行压缩。在另一实施方案中，模板组件 106 包括一个浮模组件，其中由注入的树脂所产生的压力使模嵌件 5 和支撑柱 15 相对于模板 74 滑动，在此实施方案中，最好也由肘杆合模组件 102 进行压缩。肘杆合模组件 102 最好对树脂进行多步压缩，第一步重新分配树脂并使模腔排气，第二步压缩树脂以补偿其由于冷却而产生的收缩。在多模腔实施方案中，由于所有的模腔 7 都能同时相同地受到压缩，因此成型工艺的控制及模具的平衡都非常容易。这一方法和装置特别适于成型光学透镜和光盘。印刷电路也可用此成型。

权利要求书

1.一种用可产生主合模力的注射成型机将熔融塑化热性树脂制成制品(97)的方法,它包括步骤如下:

a)调整一对相向模嵌件(5a, 5b)的相对位置,形成一个用以做成塑料成型制品(97)的模腔(7),至少有一个模嵌件可在机器可调范围内相对于另一模嵌件移动,其中该模腔(7)的尺寸取决于注塑机的活动装模压台(90)同固定装模压台(82)之间的距离和该可调范围的组合,开始时将两模嵌件(5a, 5b)在模腔中分离,形成一个预扩大的容积,它大于注入模腔(7)的塑化树脂在大气压下占有的最大体积,从而可适于接受塑化树脂而不会在腔中引起明显的负压,因为除为塑化树脂占有容积外,还至少留有若干空气的容积;

b)向模腔(7)内注入一定量的塑化树脂,它的体积略大于成形制品(97)的体积,但不足以充满该预扩大的模腔,该注入树脂的量至少等于按要求尺寸做成的最终成形制品(97)的质量;

c)施加注塑机主合模力,以减小模腔(7)容积,从而注满该减小了容积的模腔(7),并通过排气装置(26, 27)逐出空气;

d)保持施加的主合模力,直到达到最后的合模锁定位置,从而压缩树脂,直到将全部略过量的树脂挤入卸压装置(31, 32),而树脂在进一步减小了容积的模腔(7)中固化,使最后成形制品(97)的要求尺寸由该机器的调整极限所决定,

其特征在于,

在注射完成前施加注塑机主合模力。

2.如权利要求1所述的方法,其特征在于,上述在注射完成前施加注塑机在合模力的步骤由一个与机器控制系统(88)相联系地监测螺杆位置的传感器(67a)来启动,上述螺杆可运行地置于上述塑化注射装置(101)内,上述螺杆的上述位置比注射完成时螺杆所达到的位置向前得稍少,以减少模腔(7)的容积,从而注满该减少了容积的模腔(7),并通过排气装置(26, 27)逐出空气。

本发明一般涉及热塑性塑料的成型设备和方

法;更具体地说,它涉及注射/压缩成型热塑性塑料光学透镜和光盘的方法及设备。

本发明能用于成型各种各样的制品,它最有利于用来模制诸如透镜和光盘等精密的热塑性成型制品。因此,我们通过透镜和光盘来描述本发明,但技术熟练人员应理解到本发明的范围并不限于此。

A.透镜的成型

透镜具有广泛的用途,例如,用作显微镜和其他光学仪器,也可用作眼镜、各种专用镜头。虽然本发明一般是涉及制造透镜的方法和装置,但是在以下的讨论中作为例子将把重点放在眼科验光透镜上。

校正视力的配镜(Rx)眼镜片或验光透镜日益广泛地使用塑性的透镜料来代替传统的玻璃。在美国,对塑料透镜的需求量实际上已经大约为玻璃透镜的二倍。这种大的转变主要出现在最近几年,其原因有:

- 1.塑料比玻璃轻;
- 2.抗刮耐磨的涂料已可用于塑料;
- 3.现在塑料已经能达到各种流行色和较宽范围的色调密度梯度;
- 4.生产技术已经有了改进,以致能以高的生产率和自动化方式制造塑料透镜。

在这些因素中,以重量轻从而提高了戴塑料眼镜者的舒适性为最重要。由于正常的镜片厚度(标准规定为2.0~2.2毫米)对玻璃和塑料镜片都是相同的,所以塑料镜片的重量较轻直接与塑料的密度小于玻璃有关。此因素对所有同等规格的玻璃和塑料都适用。但是当要求高光焦度校正时或者当选择较大、较时髦的眼镜架而要求大直径的镜片时,此因素就变得特别重要。

在所有的Rx镜片中,90%以上现在是通过个别铸塑和过氧化物热固化的烯丙基树脂制造的。然而,自从1980年被大规模采用以来,聚碳酸酯热塑性的Rx镜片已显示出取代铸塑-热固化塑料和传统的玻璃镜片的巨大潜力;因为聚碳酸酯的密度更低而折光指数更高。在相同的正常厚度时聚碳酸酯镜片的特点是比铸塑烯丙基塑料的重量轻,而比玻璃的更轻。此外,由于聚碳酸酯与其他的透明聚合物材料相比具有非常高的冲击强度和耐破坏力;还可能采用更薄的镜片(厚度为1.5~2.0毫米),它更受戴镜者喜爱。

然而,直到最近,聚碳酸酯超过铸塑烯丙基树脂的这些潜在优点事实上已被它的不易涂布硬涂层和较差的着色性、以及有限的产品种类和与低生产率相联系的高生产成本所抵销。最近二年来,具有良好的耐磨性和容易着色的涂料已被大规模地用于聚碳酸酯镜片。因此,聚碳酸酯存留的缺点看来只与它的可用性、产品的种类、生产成本和式样的变换等有关。

这些与聚碳酸酯的用途相联系的优缺点对生产成品的单焦镜片来说尤其相关,这种单焦镜片具有边缘一前一凸和后一凹的光学加工表面,并且在其表面上具有已在工厂中涂上的可着色的硬涂层。为了改造这种成品单焦镜片(它几乎构成全美国配镜用镜片数的一半)仅需将镜片的多余部分修整掉以适合镜架尺寸,并且还可任意地在常用的染浴中将镜片染上所要求的颜色。

但是如上面所提到的,制造聚碳酸酯的成品单焦镜片的现有技术尚有某些不足,它们对降低生产成本和提高产品的可用性均有不良影响。成品单焦镜片从光学上是根据它的光弯曲度(Light-bending Power)之二个测量值来规定的,即球面度(放大率)和柱面度(象散校正)其读数以屈光度和 $1/4$ 屈光度为单位。对产品可用性基片的要求是,它的球面度为 $+4\sim-6$ 屈光度、柱面度为 $0\sim+2$ 屈光度,由此构成273种库存基片。在这样的基片中有一个单位体积频率分布曲线,曲线在其近中心处是零屈光度透镜并且随球面度和柱面度的增加而频率减少。为了满足大多数配镜需要,根据统计,如果某一制造商或某种镜片型号想在市场上受到公众欢迎的话,必须库存各种大镜片并给予编号以适应急剧的式样变化。

除了备有各种各样的产品外,镜片制造商也必须大批生产这种由热塑性树脂成型的、有硬涂层的镜片。对高度自动化、资本密集的设备 and 成型模具来说,为了顺利地回收大量投资,也为了使每块镜片的成本与铸塑烯丙基树脂型镜片相比富有竞争性,实际上每年必须保持几百副产品的生产规模。

因此,注射成型领域的技术人员会清楚地认识到需要有一种新的成型Rx镜片方法,它应该是生产率高、耗费少,免除二次的整修作业和高度自动化的。此外,由于所给出的备片种数很多,其中每种各具有不同的统计的频率分布,因此特别要求能

够使用同一装置,在同一多腔模具组中同时生产具有不同光焦度(在合适范围内)的不同镜片,而不降低生产能力、质量或产量。例如,四腔模具组的使单个成型机的生产能力提高四倍,而基本成本并不是按比例增加(即,通常只增加50%以下)。继续举这个例子,其中两个腔用来成型最流行的球面度和柱面度相结合的镜片,而余下的两个模可生产不太流行的镜片,并同时能够频繁地改变镜片的品种。

已经介绍了有关配镜镜片的情况,现在将注意力转向光盘成型的方法和装置。虽然在以下的讨论中也涉及到光盘,但是通过下面的说明,对将本发明的方法应用到光盘制造会有更清楚的了解。

B. 光盘的成型

现将注意力集中到光盘成型上,对成型适用的透明热塑性聚合物激光读数信息存储光盘来说,希望有经过改进的、高产、优质、低费用的方法和装置,光盘包括视频录象盘(使用模拟信号)、音频密纹数字光盘,以及各种各样的计算机程序信息和数据储存光盘,象CD/ROM(在工厂中已编有程序信息代码;如,唯读存储器)、DRAW(“使用者一次书写”)和EDRAW(“使用者可纠错的”)。

1. 对光盘产品的要求

在成型加工时,刚刚列举的许多种型式的光盘是通过可活动的“压模”作为模腔中的一个合模面而被编码的。在这样的加工过程中,数字信息图形通过细微突缘的螺旋线而被显示在压模上,然后在塑料成型盘上形成一条凹槽螺旋线,槽深0.1微米、宽 $1\sim 3.3$ 微米,螺旋线以径向向外延伸排列,轨距1.6微米。

因此,对优质模塑的一个要求是,它应该能确保聚合物熔体与压模表面的最紧密接触,不存在任何孔隙、暗泡,或在模腔被熔体填满直到将熔体冷却到低于其玻璃化温度的这段时间内不出现脱离轮廓的提前收缩。

对所有光盘的另一个要求(它与光盘是否通过模内压模信息编码无关)是必须使热塑性聚合物中的取向或向应力达到最小(从理论上说,这会导致完全各向同性的模塑件),由于成型的残余应力和流动诱发的取向均会引起塑料的光弯曲度之局部差别,这些斑点到斑点的折光指数不均匀性可通过光径差来测定,并且通常被称为“双折射”。在光盘的

信息编码部分中的最小双折射是所有光盘的一个规格要求。

由于使用激光信号读数，光塑料盘的任何特性或伤残均会使激光束中断或偏移，因而这是一个问题。这些塑料特性是，例如光透射百分率、雾霭百分率和泛黄指数以及局部伤残，包括最有害的不透明黑斑或透明粒子（空隙、气泡或透明斑点，它们与毗邻的聚合物基料相比均有不同的折光指数和光弯曲度）等等。此外，对塑料光盘的绝对平面度或平整度也有要求，因为局部弯曲会引起激光束的棱镜效应和引起偏轴信号透射。

2. 成本考虑

当然，对光盘成型方法的进一步要求是，它应当以尽可能低的成本和投资，来生产尽可能多的光盘，而同时仍保持上述的质量指标。对于想获利的制造商来说，每年数百万块光盘的生产能力是绝对必要的，由于整个的生产过程事实上是在 1000 级 ~ 100 级的干净房间的无微粒空气环境中进行的，故固定的生产费用非常高。在这样的绝尘环境中，人是最大的空降粒子源。因此，要尽量提高制品处理和后模塑操作的自动化，这进一步增加了经营的固定费用。

此外，由于微处理机控制或 CNC（计算机数字控制）过程控制已被广泛使用于光盘注塑成型机，它占成型机的大部分投资。每台成型机必须有它自己的模具、模具温度控制器/加热器，通常还有自己的料斗干燥器。每台成型机还必须要有它自己的用于合模和制件取出区的净化空气显示器、自己的制件自动脱模器和盘式转轴，以及这些装置的控制系統。

所有已知的光盘成型方法现在仍采用简易的单腔模塑（成型机每一周期生产一块光盘）。显然，这种单腔生产对昂贵的净化室面积没有很充分地利用，而且每块光盘耗费极高的投资和设备费用。

A. 注塑（没有任何压缩）

1. 透镜

制造丙烯酸或聚碳酸酯热塑性塑料的注射成型 Rx 镜片的最早设想，一般涉及到在整个模塑周期使用具有固定表面的单模腔。这样的成型方法，模塑周期非常长，模具的表面温度相当高（有时接近热塑性塑料的玻璃化转变温度），而且要有高于所用塑料的平均值的塑化温度和熔融温度，填充速率

慢，接着是非常高的保压压力，保压压力一直保持到浇口完全冻结为止。

上述类型的固定腔法所使用的浇口和流道系统要比正常的大，使得在浇口冻结前有最大的保压压力和送料量。在浇口冻结出现时，在流道系统或塑炼装置和腔之间就不再进一步输送熔融的聚合物。在固定腔注塑机中浇口冻结出现的问题是：给定光焦度的透镜具有不同的前、后曲率半径（由此产生该种焦距透镜的光弯曲度特性），因此配镜透镜必须具有不同的截面厚度，而当制件在模腔内成型和冷却时，这种不同的截面厚度会引起不均匀收缩。透镜的最厚截面处容易出现轻微的凹痕或沉陷，反过来这又会在透镜表面其它的均匀曲径处引起裂口。这种裂口会在下陷区造成透镜光弯曲度特性的局部象差或偏差。

因此，尽管非常仔细地查看注入的聚合物料与固定的透镜模腔表面、轮廓和尺寸是否完全一致，但是一旦浇口冻结就会挡住追加的保压压力和聚合物的输入（这种情况实际上发生在透镜的最薄截面区），聚合物熔体中开始出现不同的收缩，因而使聚合物面皮开始从模具表面脱离（最坏的情况是在最厚的截面处）。这种过早的脱模（在模腔未闭锁和为取出制品而开模之前，成型的透镜已部分或全部脱模）会对光学质量起损害作用，因为成型透镜的轮廓与表面不再受到开始接触时所引起的力而不能与精密的光学模具表面和轮廓准确地相重合。

2. 光盘

这部分的现有技术介绍将讨论光盘的直接注塑。光学存储盘具有非常大的纵横比（与相对薄的厚度相比，具有相对大的直径）。由于要求有非常长的流动距离和非常小的横腔截面，这就造成了各种模塑问题。例如，在用作计算机存储盘和音频数字盘的标准密纹光盘中，从注道中心线到盘边缘的径流距为 60 毫米，而盘厚仅为 1.2 毫米，纵横比为 50 : 1。视频盘的流径半径将近是音频盘流径半径的两倍。图 19 是密纹盘和它的流径放大 2 倍后的剖视图。

制造光盘的两种最常用的热塑性聚合物是丙烯酸树脂（象甲基丙烯酸甲酯，即 PMMA）和聚碳酸酯。前者的基本特性是在较低的熔融温度下有良好的流动性，和双折射很低或较小的聚合物取向问题；但是它的缺点是吸水性较高（会造成膨胀和

扭变)和较低的抗蠕变性和热变形温度。以上缺点使它不符合制造除视频盘外的任何其他光盘的要求。在视频盘中通过夹心结构(两块盘粘合在一起,而信息被夹在其中)这些缺点大部分被克服。

尽管聚碳酸酯是从光盘性能的观点而选用的聚合物,但是它受到严重的加工限制。直到1985年左右或1983年用注射压缩法才基本上消除了它在制造光盘方面的限制,可以使用的聚碳酸酯是普通的光学级、熔融指数(mfi)在6~15范围的聚碳酸酯(按ASTM-D-1236规定)。但是较近期研制的高熔融指数(50~60mfi)的光学级聚碳酸酯,在所有的实际生产中已被用于直接注塑。

甚至在使用高流动性的聚碳酸酯时,聚碳酸酯的直接注塑也会引起比注射/压缩成型法要高的固有的双折射。

直接注射的最大问题在于模腔尺寸是固定的,在模塑周期内它不变化,仅稍大于成品件(根据5%左右的收缩补偿系数而定)。聚碳酸酯是一种无定形聚合物,当处在最佳的松弛状态时,它的分子链呈无规卷曲和“绒毛球”的构型。当聚碳酸酯熔体被非常高的注射压力挤压而通过有限的流径和孔(即,浇口和高纵横比的模腔)时,由于拉伸力和剪切力的作用使这些绒毛球变形,引起各聚合物链彼此平行的强制排列,从而引起各向异性。

已知的模腔填充膜泡理论(例如,参见“Bubble Theory of MOld Fill”by John R Byrne, Society of Plastic Engineers, Inc., 41st Annual Technical Conference Technical Papers Reprint, Vol.XXIX, 1983, PP.702~4)认为,进入的熔体前部是类似气球或气泡的熔融聚合物不断变化着的伸展薄膜。在熔体前部的后面,跟随类似气泡物的是更多的流动聚合物,它们使前面的熔体前部保持着“多孔”。在此区内,由于聚合物各层彼此间的剪切力而引起取向,取向是由于沿中心线流动比在边缘流动要快而引起速度差的结果,因而是不可避免的。熔体流动的速度分布取决于熔体受限制的程度和注塑速率。在模具表面速度最低,而在中心线区速度最高。参见本申请的图20,图20显示出进入到受同样限制的模腔时三种不同熔体的速度分布线“A”、“B”和“C”。速度分布线“C”表示慢速流动的熔体前部和低压填充,其“膜泡伸展”表皮的变形小,具有较平的曲率半径和小的应力;反之,速度

分布线“A”显示出高压、高速的熔体前部,其表面具有较陡的曲线,层间剪切力也相应地较大。速度分布线“B”表示一条介于“A”和“C”速度分布曲线之间的适中的速度分布曲线。

这些存在于熔体前部的速度差别程度或大小与相应的取向程度有关。最大取向出现在表层,次大的取向出现在次表层,而在中心线上的轴芯不出现取向。

膜泡理论解释了聚碳酸酯光盘直接注塑时所出现的各种问题,这就不得不采用非常高的填充速率(并几乎常常有储料缸助推器和无速度一填充量分布的变化),即在最高速度下要将很热的聚碳酸酯熔体注射到结构窄的固定腔中。

在各种直接注塑光盘的成型方法中也常使用复杂的塑炼设备以提供尽可能热的熔体而又无严重降解发生。粘度不高的热熔体,其内剪切力低,冻结较慢,因而在流动中止后和光盘固化前有更长的时间让熔体松弛(即减取向)。由于相当高的熔体温度是实施这种方法本身所要求的,故为了减少聚碳酸酯在注塑装置中的停留时间,这样的塑炼工艺通常伴随着供料不足或机筒/螺杆组合体定径缩到最小。某些塑炼装置故意使熔体有很高的剪切力,因而可以预料到,它们会使更多的聚合物发生降解的副作用,包括碳化斑点(“黑斑”,在光盘而造成读数方面的缺陷)。

这种内在的交替地会出现降解缺陷(由于滥用或误用热软化熔体而引起的)或高取向作用(由于对高纵横比限制的模腔用不正常的高速填充率)造成窄的“工作窗”(所谓“工作窗”是指在可容许的加工范围内仍能生产出高质量产品)。这也使得直接注塑只能在一个单模腔成型方法中才可能实施(每一模塑周期只生产出一块光盘)。即使单模腔成型方法,它的修正空间也很小;而多模腔连这样小的空间都没有,因为多模法还有其特有的模腔平衡问题。

直接注射的另一个困难是模腔内容物随着它们被冷却而逐渐收缩,使正在固化的光盘与模表面脱离。这种过早脱模造成光盘的局部翘曲或与压模编有信号表面的图形不能精确地重合,而又产生质量问题。因此,直接注塑必须有非常高的注射保压压力,以维持最大的腔压直至浇口开始冻结为止。然而,这种施用压力的办法也引起再挤压或在固定尺

寸的模腔中使正在增粘的聚合物芯出现冷流现象。这样的强制性重新分布必引起部分固体熔体的内应力，而内应力又加大了不受欢迎的双折射。

由于上述这些限制，对直接注射的高产量多腔模塑（特别是两个以上模腔）的发展是十分不良的预兆，并且，正如前面所讨论的那样，相应于它的生产经济性和能量利用情况，这并不是最佳固定成本的一种优选方案。

B. 注射 / 压缩成型

为了解决上述问题，要求采用注射填充后对模腔内的注塑料加以压缩的成型工艺。这些注射 / 压缩工艺通常分为两种类型：

合模侧注射 / 压缩

压缩是通过动压板的运动，或模塑机合模侧压缩而引起的。

辅助部件注射 / 压缩

全模塑机合模（无动压板的运动），通过模具组内的辅助活动部件所引起模腔压缩（通常由它们自己的弹簧或辅助液压缸驱动）。

下面将讨论每种注射 / 压缩工艺。

1. 合模侧注射 / 压缩，或“铸压”

最早 Martin 曾公开过这种工艺（美国专利 2, 938, 232 号，1960 年 5 月 31 日），后来由 Engel 的“Sandwich Press”肘杆合模注射成型工艺（参见，例如，Engel brochure A-24-TV-4/75, Ludwig Engel, Canada Ltd, Guelph, Ontario, Canada）得到推广。

在各种情况下，该方法通常包括下列的加工程序：

a. 从它们的全开位置将装模压板和模瓣（它们形成相对的阳和阴模腔）一起靠近，直至是分模线上出现预定宽度的气隙。

b. 此时开始低压、低速的注射填充（防止熔融塑料由于气隙而形成色斑）。

c. 在注射填充完毕和使熔融聚合物经预定时间间隔的冷却后，注塑机开始闭合动压板。此合模动作使模腔闭合，并且使模腔内部分固化的物件在合模线上达到零间隙，从而将模瓣锁紧，使之以预定的合模压力持续这个模塑周期。

d. 在该合模压力下，由于阳、阴模的精密表面之间的距离被减少到接近最初注射开始时出现在分模线的气隙，而使部分固化的聚合物物料受压。随着

此气隙的消失，模腔一流道系统的容积均衡地减少，压缩力就加到部分固化聚合物料上，从而出现再取向和再流现象。

e. 保持由合模所引起的这一压缩力，模腔的内容物继续冷却和固化，最终达到低于聚合物的玻璃化温度（聚碳酸酯的 $T_g = 296^\circ \text{F}$ ）。此时可以将模塑件安全地取出，而不会出现光畸变的危险。然后，整个周期重新开始，将动压板移到预定的气隙位置等待下一次的注射。

虽然，由合模引起的铸压比直接注射具有明显优越性；但是这种合模诱导铸压的现有技术只有在很窄的工艺参数或定形条件下才能取得最佳结果。成功的铸压由以下各因素决定：

- a. 初始注射压力和填充速率；
- b. 气隙大小；
- c. 注射和压缩之间的时间间隔；
- d. 最后合模力。

除时间间隔外，特别重要的是控制注射压力和填充速率。为了防止熔融聚合物从符合需求的流道-模具-腔构型中溢出，因此必须让注入的熔体形成面皮和部分固化。否则，熔融聚合物溢出或“溢到”气隙中，使模制件整修作业耗费成本和劳力。甚至会出现最坏的情况，如果熔体过度固化，在极限合模压力下压缩，可能引起分模线处的配合板切压或变形而将模具破坏。为获得满意的模塑件产率，冷却时间间隔是关键，因为如果熔体在它的最大收缩点还没有充分固化（即，浇口冻结未完成），那么，部分熔融聚合物仍会在此压力下挤出模腔而返回到流道体系。这可能造成填充不足和保压不足而表面严重破坏的制件。另一方面，如果压缩时间太滞后，当合模力引起压缩时过多的聚合物已经固化，造成聚合物的强制再取向和塑料的“冷加工”，从而产生双折射和不符合要求的模塑残余应力，引起局部不均匀的光弯曲特性。

Bartholdsten 等人对光盘模塑方面存在的这些问题作了解释（美国专利 4409169 号）。该专利告诉人们，必须先向部分打开（气隙）的分模线进行过量的慢速（时间达 3 秒钟）、低压注射，有意使熔体冷却和粘度增大；接着，通过初始挤出减少模腔容积的短加压行程（光盘厚度的 $1/5 \sim 1/10$ ，或 $0.005 \sim 0.010$ 英寸），使塑料再进一步得到部分冷却和增粘；然后，当加压延续到全闭合

的分模线位置(零间隙)时,径向挤出的溢料被压紧;此后维持全合模力来补偿收缩,并确保不发生过早的脱模。

另一个合模引起的光盘铸压法由 Matsud 等人公开在美国专利 4442061 和 4519763 号中。该方法包括向稍微打开的模具组中注入熔体,并冷却到完全固化,然后,均匀地再加热到塑料的熔融温度以上,在此温度下,驱动合模的压缩冲程,一般是在第二次冷却周期中传递和保持压缩。该方法的能量利用率和总工作周期问题,目前尚有很大争论。

2. 辅助部分注射/压缩

如上面所提到,另一种类型的成型方法(为了便于讨论称之为“辅助部件”法),它包括使用辅助弹簧、液压缸等。这些辅助部件的作用是向相对的光学表面施加压缩力,并且它们通常是被装在模具内部或模具周围的装置上。因此,“辅助部件”模塑和合模侧注射/压缩之间的主要差别在于:在合模侧注射/压缩中是由公知的近代注塑机(例如顶杆或主合模板等动压板的驱动装置)中产生冲程的部件来提供模塑压缩力;而在辅助部件注射/压缩中,则是由辅助弹簧或液压缸来提供这种压缩力。另外,合模侧注射/压缩的各动作是由模塑机程序控制系统按固有的程序和配合来进行的;而辅助部件注射/压缩的诸动作分别是各自的程序装置控制的(甚至还跟弹簧一样本身动作),这些程序装置不是随标准机器一起供应的。

另一个差别是辅助部件压缩不采用动压板的运动来提供为减少模腔的可变容积提供压缩力;而是采用全合模的模具,这种模具在模塑周期的注射填充、为减少腔容积而进行的压缩和冷却等步骤时,不用移动动压板 A 和 B,也无须使固定压板和动压板之间有相对移动。

上述条件对下面将讨论的现有技术中辅助部件注射压缩模塑的各个例子来说都是正确的。

在早期,这种类型的热塑性塑料透镜成型在模具组中使用简单的,装弹簧的活动光模具(Johnson 的美国专利 2443286 号,1948 年 6 月 22 日)。由这些装置来形成可变容积的透镜模腔,但是还必须依靠腔内聚合物熔体内部的高压来克服弹簧力,以打开活动模具。为了对固化的模腔的装料施加足够大的压缩力,这些弹簧的压力是很大的。然而,弹簧力越大,在可变腔填充时也必须使用更

大的注射压力来压缩弹簧。所需的注射压力越大,模塑内应力和光学上不合要求的双折射也就越大。当然,模塑透镜的光焦度越大,前、后曲线的不同性也越大,因而截面厚度的变化也就越大。还有,透镜的直径越大或正常透镜的厚度越薄;那么,中心与边缘的厚度变化就越厉害和防止热收缩的困难度也就越大,成品透镜的光学畸变也就更严重。因此,这种类型的方法事实上一般仅局限于生产直径小和厚度变化小的低度透镜。

随后 Weber 提出了另一种“辅助部件”法(美国专利 4008031 和 4091057 号)。该法同样使用可变容积的透镜模腔。Weber 指出,可变容积模腔的形成方法是:注射熔体使至少一个可动阳模或阴模由压力引起向后位移(在一个实施方案中),当一定时间间隔后在辅助液压缸的驱动力作用下,该可动阳模或阴模向前位移从而改变模腔的容积而引起压缩。辅助液压缸是与这可动模一一对应安装的。在此压缩力下,通过所提供的流道将过量的,粘度增高的、部分冷却的注射聚合物熔体从透镜模腔中强制挤出。

Weber 说,在操作中模腔的填充极慢(大约需 10 秒钟)。另外,也象常用的由合模引起的铸压一起,Weber 的方法是依靠预先调整好在完成注射填充和开始压缩压力之间所需的时间。因此,同样会发生提前压缩(不适当固化)或过于滞后压缩(过晚固化)这样的问题。

Weber 方法的另外一个问题是可能还会生产出厚度不一致的、标称厚度有变化的透镜。根据具体装置的调时间隔,通过熔融塑料进入可变模腔并压力加到活动模后所花的这段时间的长短来控制活动模的行程。还有,最终的模腔容积是根据活动模上加压时间长短来加以控制。因此,这方法不仅在同一天生产作业中可能会造成产品的变化;而且,在不同日期的不同生产过程中和相应地在不同的生产装置上所生产出的同样配镜度的镜片会有明显的透镜厚度变化。在一年的生产期间这样过大的厚度变化当然是不能接受的。

虽然 Weber 在他的附图中指出了一个两模腔模具的方案,其中每个模腔的压缩均由各自的液压缸来控制,即它们不是同时受到公用部件的作用。给出大量参数虽能对各个液压缸的性能起作用,但同一液压缸的动作时间和作用力不可能那样准确地

在多腔组中平稳而均匀地传递。因此，所用的模腔数越多变化也就越大，即使在设备条件相同且所有模腔都生产度数完全相同的镜片，以及在相同的生产运转周期（比六个月短得多）的情况下也是如此。对于不同度数透镜的多腔同时模塑来说，使用 Weber 法是非常困难的。

还有另一个“辅助部件”法，它是 Laliberte 提出的（美国专利 4364878 号）。Laliberte 法包括与辅助液压缸配套的活动模具。在合模力作用下模具被闭合后，各配合底模的部件展开。然后，将恰好能填充被全压缩的模腔——流道体系按准确的容积计算的注射尺寸注入。这种受控的注射量使压缩时不会出现部分固化熔体通过一个溢流口从模腔中流出（如 Weber 所说），因此能更精确地控制正常的镜片厚度，从而消除了边角废料，免去了修边作业（如 Weber 所要求的）。

然而，Laliberte 法看来只能限于单模腔的镜片生产，这是因为它依靠精确计量的熔体贮料器，该贮料器——对应于模腔——流道体系中所注入的熔体；也是因为它依靠单独控制和有序排列的液压缸与可变容积的镜片模腔作一对一的运动。具有多个熔体贮料器和压缩液缸部件的多腔法对实际应用是不利的。因为熔体贮料器、压缩液缸部件彼此均有变化，因而在填充和压缩（镜片成形的关键阶段）时引起腔与腔的变化，甚至要模塑完全相同的镜片也是如此。正如 Weber 法的情况一样，多腔的 Laliberte 机是不切实际的，因为一公用部件不能使各个模腔同时压缩含在腔内的树脂。

此外，Laliberte 的辅助液压缸受到所加压缩力的限制。与 Weber 的 20 吨压缩力相比，Laliberte 指出压缩压力范围为 100~800 磅/平方英寸。这样的辅助液压缸在适于使用的总压力上当然是受到限制的，而液压缸的工作寿命由于成年累月每天 24 小时的反复循环使用，即使得到维修保养，它的性能和灵敏度也会逐渐下降的。Laliberte 所公开的透镜厚度控制仅指正常的 3 毫米厚镜片，这种镜片比目前消费者用的、合乎要求的浇铸烯丙基树脂镜片厚度超过 50%。当镜片厚度从 3 毫米减少到 2 毫米（或者最好减到 2 毫米以下）时，更要求愈加高的压缩力。在多腔模塑方案中用各个的辅助液压缸操作来提供这样高的总压缩力，从腔与腔的施压均匀性和此总压缩压力天天都要使用这

方面考虑，当然是无法可与合模诱导压缩法相比较（合模引起压缩法能使用几百吨的总压缩力，而且能同时均匀地将压力施加到所有的模腔）。

此外，还看出 Laliberte 法在同一多腔模具中不能以适当的产率同时生产度数不相同的合乎理想的薄透镜。

尽管“辅助部件”法在某种程度上已被用于成型具有光焦度的眼科验光镜片，并在此进行了讨论，但是，一般说这类方法现在尚不能用于光盘模塑，也许这至少是由于以下几点理由：

a. 技术问题有些差别，Rx 镜片必须处理其本身所固有的差压——收缩，这是由于在同一透镜中存在特别厚和特别薄的截面而引起的。还有，负光焦度透镜（具有较平的前凸曲线和较陡峭的后凹曲线）必须避免与边缘浇口相联的熔体汇合线或熔体线。光盘相比 Rx 透镜具有低得多的纵横比（约 35:1）和较小的合模“投影面积”（典型的透镜为 7 平方英寸，与之相比，典型的光盘为 17.7 平方英寸）。另外，光盘是在二块相同的平面模腔表面之间形成的。

b. 对这样的模内装“辅助部件”的方法来说，压缩力要比合模引起的铸压压缩力要小得多。这样的限制对生产光盘来说尤为困难，因为光盘的投射面积大，并且熔体与压板之间必须有紧密的接触。

c. 可能需要模内装熔体截流阀来实现机械的“注口冻结”（否则不是出现过早压缩的危险——引起部分冷却的粘稠熔体从未冻结的浇口或注道中返流出；就是出现太滞后的压缩——引起冷成形和造成双折射的内剪切力）。这样的阀门装置即使对单腔模具来说也是不可靠和复杂的，更不必提多腔模具了。

d. 当使用许多单个的液压缸时，对符合经济上要求的多腔模具来说困难就更多了，当每个缸更新时它们的性能或作用均略有变化。而且，多个液压缸压缩冲程的位置、速度或多级应用的控制也是粗糙和不太准确的。

至此，本发明对现有技术中各种成型方法和装置的缺点已作了评述。

本发明包括热塑性塑料注塑/压塑的新方法，现已发现它特别适用于以高的产率、产量和最少的成本来制造光学透镜和信息存储光盘等制品。概括地说，本发明的一个方法包括使用能产生主合模力

的注塑机由塑化的热塑性塑料成形物件，它包括以下几个步骤：

(a) 形成一个闭合的、适用于接收塑化树脂而不引起明显返压的模腔；

(b) 将塑化树脂注入到闭合模腔中，注入量稍大于要成形制品的量；

(c) 施加注塑机的主合模力，以减少闭合模腔的容积，从而使模腔中的树脂进行重新分布；

(d) 保持所施加的主合模力，由此而将树脂压缩，至少保压到使闭合模腔中的树脂固化时为止。

本发明的另一个方法，概括地说包括用注射成型机由塑化的热塑性树脂成形多个制品，此注射机具有第一和第二装模压台，第一和第二分模线模板，在第一分模线模板中配置了多个第一模嵌件，在第二分模线模板中配置了多个第二模嵌件，其中第一、第二模板和第一、第二模嵌件分别地都装在第一、第二装模压台。此方法包括：

(a) 形成一组闭合的模腔，模腔由分模线模板和与其相连的若干对模嵌件构成，驱动分模线模板使它们合在一起以消除模板之间分模线的气隙；

(b) 将适量的塑化树脂注入到每一个闭合模腔；

(c) 以预定的方式共同和同时对模嵌件加力，以缩小闭合模腔的容积和重新分布模腔内的树脂；

(d) 保持所施加的力由此而压缩树脂，至少保压到闭合模腔中的树脂固化时为止。

本发明还概括地包括用于实施上述各给定步骤的装置。

本发明的优选实施方案可能包括下面概述的各步骤。但是必须强调，只有权利要求书而不是以下的说明书才表现出本发明的广度和范围。例如，虽然在下面所描述的是一种多腔法，但是本发明的范围并不仅限于此。

1. 塑化

在最好装有计算机数字控制 (CNC) 固体过程控制装置的往复螺杆注塑机中制备均匀塑化的聚合物 (诸如聚碳酸酯)。往复螺杆挤出精确计量体积的熔体，该体积可以任选为：

a. 最好使熔体体积稍大于形成透镜所需的组合体积；

b. 也可正好等于形成透镜所需的组合体积。组

合体积包括透镜模腔容积以及向模腔和注嘴传送流体的流道体系之容积。

2. “软”合模

通过模塑机动压板，一起进行合模动作使 (最好是多腔的) 模具进到分模线的闭合位置 (压板 A 和 B 相接触并不存在气隙)，并且保持足够的力以抵抗在流道体系的熔体压力。

3. 通过二种可选择的装置形成可变容积的腔

通过多板模组半模上的某些“弹性”元件 (半模最好被装在活动压台上) 形成可变容积的模腔。在注射填充后，腔的容积等于、最好超过被注射物料的体积并且大于冷却、收缩和脱模后制得的成品件体积。可变腔可以选择以下二种方式之一而形成：

a. 在注射前预先调整行程距离，当模具处于最大的全合模位置时确定动模板的第一“软闭合”位置与最终位置之间的预定距离 (此二位置间的距离可称之为加压行程的“腔的预填充行程距离”)；或通过

b. 使模嵌件托板“浮”在具有非常微小的偏移力之弹性元件上。当腔在注入的熔体压力下向后位移时，这种微小的偏移力是必不可少的。腔一直扩展直至没有更多的熔体进入到腔内时为止，此时熔体压力变成非常小以致不能使模嵌件再进一步位移。

一个优选的方法是 3.a. 的可变容积技术与 1.a. 的略有过量填充注射技术的组合。

4. 在低注射压力下的快速填充

树脂注射是在较高的填充速率下进行的 (与现有技术的气隙铸压法相比)。另外，根据可变容积原理，还可在腔的进料点上所测的最小注射压力下进行 (这样能使所引起的模内应力和模塑件的内应变达到最小)。

5. 熔体压缩 (可以是多级压缩型)

就在螺杆实际上已完成其行程之前和紧接着全部挤在预定体积注射量 (1.a 或 1.b.) 之后，传感器 (最好是装在螺杆位置的) 脱开，模塑周期的压缩开始 (这种较早的转变补偿了动模板开始实际压缩行程时的惯性)。这种熔体压缩是由动模板 (也可使用其他的 CNC 控制部件诸如顶杆托板) 的进一步动作驱动的。位置和速度的变化是通过 CNC 过程控制器由数字控制的合模侧来加以控制。这样的压缩可能只是一级压缩 (其中逐渐增大的熔体背压本身也不断地减慢压缩行程)，但是，事实上最

好至少是具有较快段和较慢段的多级压缩。较快段排除了尺寸过大模腔中的空隙容积或气体，并使较热的、固化程度最小的热塑料模腔内容物立刻开始压缩重新分布而达到它最佳的各向同性取向，并保证了它与经精确抛光过的光学模嵌件表面的紧密接触，从而形成合乎要求的模塑件外形。多级压缩的末级，其压缩行程较慢，并被用来继续保持正在冷却和收缩中的聚合物料与模具表面之间的这种紧密接触，以避免模制件的超前脱模和光畸变。

可以选用并且最好选用由 CNC 控制的这种多级压缩，它可由若干个有效的中间步骤组成，但是最好由至少一步较快的行程并接着一步较慢行程组成，较慢行程控制整个冷却过程中模塑件的收缩，该控制保持至模塑件温度低于它的玻璃化转变温度，并准备顶出为止。

6. 冷却和顶出

随着最佳的多级压缩，聚合物逐渐冷却。将模塑件固化和冷却至能够完全地顶出模子为止，此时模塑机的合模被打开到全开位置，使用常用的顶出机构将模塑件从模具中顶出。同时，在冷却过程中，塑炼螺杆正在准备和计量下一次模塑周期的注射料。

因此，弹性元件有重要的作用，用它来形成可变容积和超尺寸的模腔，并且基本上不用控制收缩。后一功能是通过使用模塑机的 CNC 受控运动（最好是通过可动合模）所施加的合模力来完成的，它还包括模腔的预填充过程。还有，由于合模力的运动是压缩的驱动力，而在多腔模具设计中所有模腔（基本上均以固定连接的形式与所说的合模力部件相连）均会出现同样的压缩力，此压缩力是在同一时刻通过模腔与可动光学模嵌件的固定关系而驱动的。也就是说，全部的模嵌件最好是共同受到 CNC 机的主合模力的作用。

模腔的填充仍如别处所提出的那样，在所需的低注射压力下进行。但是，填充过程由于预定的时间间隔使它与其起始压缩无关，因而腔的填充具有内在的误差大和次优选条件，但它能通过比较精确地传感螺杆位置的方法来测量（螺杆位置可以控制到 0.1 毫米），并用 CNC 程序控制器对它进行数值设定。

应该再强调的是，上述各步骤并不是主要的——它们仅以一般方式来说明本发明的优选实施方案而

已。

下面将参照描绘本发明最佳实施方案的附图对本发明作进一步的说明。

图 1 是本发明整个注射 / 压缩成型系统的简图。

图 2 到图 8 是图 1 注射 / 压缩成型系统的最佳模板组件的运行步骤图。

图 9A 和图 9B 分别是本发明透镜成型系统的最佳定模板及动模板（及相关构件）的俯视图。

图 10A 和图 10B 分别是图 9A 和图 9B 中定模板和动模板（及相关构件）的横剖面侧视图，其中图 10A 是沿着图 9A 中的 A-A 线剖的，图 10B 是沿着图 9B 中的 B-B 线剖的。

图 11A 和图 11B 分别是本发明光盘成型系统的最佳定模板及动模板（及相关构件）的俯视图。

图 12A 和图 12B 分别是图 11A 和图 11B 中定模板和动模板（及相关构件）的横剖面侧视图，其中图 12A 是沿着图 11A 中的 A-A 线剖的，图 12B 是沿着图 11B 中的 B-B 线剖的。

图 13 是图 9A 和图 10A 中的透镜成型系统定模板的横剖面侧视图，它是沿着图 9A 中的 C-C 线剖的。

图 14 是类似图 9B 透镜成型系统动模板的另一个横剖面侧视图，表示了该模板的固定机构。

图 15 是类似图 11B 光盘成型系统动模板的另一个横剖面侧视图，表示了该模板的固定机构。

图 16 显示了图 12A 的带有脱模板的光盘成型系统在打开时的情况。

图 17 是本发明光盘成型系统的另一实施例中的定模板的横剖面侧视图。

图 18 是本发明光盘成型系统的另一实施例中的动模板的横剖面侧视图。

图 19 是放大二倍的密纹光盘及其流经的横剖面图。

图 20 是所给出的光盘成型的三种不同熔体速度分布的剖面图。

下面是本发明最佳实施方案的详细说明。用其他的实施方案也可实施本发明，这是本领域熟练技术人员所能理解的，而本发明的范围则是由权利要求限定，不受最佳实施方案的限制。下面将参照附图进行说明，在各个图中相同的标号表示相同的部件和组件。

1. 注射 / 压缩成型系统

图 1 简要地显示了最佳的多模注射 / 压缩热塑性塑料成型系统 100, 它包括作为它的重要组成部分的塑化注射装置 101、合模系统 102、模腔扩大系统 104、顶出组件, 以及控制系统 88。合模系统 102 包括一个模板组件 106, 它具有多个形成模腔的模板及嵌件。模腔扩大系统 104 的作用是使模腔的扩大可退回, 并可控制, 为热塑性熔体的注射作准备。塑化及注射装置 101 则用于形成及注射一个等于或稍大于成品体积的熔体注射量。上面所述的所有组件或系统最好都与一个控制系统 88 直接或间接地相连, 该系统带有一个用于控制及协调机器 100 上所有组件及系统运行的控制器 88。下面将详细说明各主要组件以及它们之间的关系和它们的操作。

塑化及注射装置 101 用来准备均匀塑化的热塑性聚合物, 例如: 聚碳酸酯。装置 101 最好包括在传统注射机上用的机筒—螺杆式塑化器 68, 但是对于光学元件的成型, 则还需要有极好的熔体塑化均匀性 (即不能含有“未熔体”或固体聚合物颗粒) 及热均匀性 (一次注射量的头尾温差最小)。为此, 光学元件成型领域的熟练技术人员都知道, 普通的注射成型机的塑化装置通常是需要改装的, 比如使用缩小尺寸的机筒—螺杆系统, 特别是在螺杆设计中使用调整剪切的或屏障熔体的元件, 尽量少使用颗粒料, 设置熔体储槽或储段等。这些已知的改进都可用于本发明中。

聚合物颗粒是由料斗 69 进入机筒—螺杆塑化器 68 的, 该塑化器由液压缸 80a 驱动, 液压缸 80a 的伸出和缩回则由阀 81a 控制的管线 65 内的液压流体控制, 而阀 81a 本身又经过信号回路 86 由控制系统 88 控制。后面详述的传感器 67a 则用来给控制系统 88 提供活塞位置指示的反馈。

塑化 / 注射装置 101 最好包括一个能精确测量和输送所需体积塑化熔体的装置。在一个最佳实施例中, 它包括一个往复螺杆注射装置, 它的螺杆位置可用数字设定, 并且可读到 0.1mm 的精度, 这样它就可以测出在螺杆顶前面用于下次注射的塑化熔体的注射量。螺杆位置的监测最好使用传感器 67a, 该传感器是一种线性电位器、“声拍器” (“temposonic”) 或光学编码器等等, 最好是 Temosonic 公司 (Plainview, New York) 出售的

DCTM 系列线性变换传感器。传感器 67a 的输出通过信号回路 85a 送至控制器 88。正如下面所详述的, 当传感器 67a 的信号发出后, 熔体几乎被完全送入模腔中, 并开始了这一过程的压缩步骤。

对于铸压或注射 / 压缩成型来说, 其注射填充速率最好高于现有的技术的注射填充率, 并最好是以数字设定的及图形设定的。一般各种商品化的注射机都有这些过程控制元件, 通常这些机器 (或具有同样功能的商品化改型) 都被称为 CNC (计算机数字控制) 机。

仍参照图 1, 合模系统 102 包括一个模板组件 106 和一个与其操作上相联的合模驱动系统。合模系统用来形成模腔以便接纳塑化装置 101 产生的熔体。合模驱动系统包括一个液压缸 80b, 它由液压回路 66 内由控制阀 81b 操纵的液压流体所控制。而控制阀 81b 本身则又受到与熔体注射器 101 的阀 81a 同样的控制: 即阀 81b 是由控制系统 88 所驱动的, 该系统从传感器 67b 接收活塞位置指示的反馈。其中传感器 67b 通过信号回路 85b 与控制系统 88 联接, 阀 81b 则通过信号回路 87 与控制系统 88 相联。阀 81b 经管线 50 提供高压液压油, 管线 51 则形成一个回路。普通的电动机 / 泵系统则用来使液压油达到所需的压力及流速, 阀 81a 和 81b 最好是比例阀, 这些阀可从 Rexroth 公司 (Bethlehem, Pennsylvania) 买到。传感器 67b 与传感器 67a 一样最好是一个声拍 DCTM 线性变换传感器。

合模系统 102 最好是用 CNC 控制的注射机的合模部分。通常, 这些机器都是完全将注意力集中于成型机的注射一端, 例如借助于快速动作阀 (伺服式或筒式 (Cartridge type)) 和泵 (分级的或变容的)。但是, 近来各成型机制造厂家都相继将这种合模位置数字控制和运动 / 速度图形控制首先是引入液压合模注射机, 接着是引入肘杆式合模注射机。而这两种机器对于实施本发明都是适用的。但是由于下面的理由, 最好是配套的肘杆式成型机。

1. 在液压合模成型机中, 液压缸的运动与动模板的运动是一一对应的, 而由于肘杆机的机械杠杆的作用, 它们的关系能达到 1:16 至 1:20。这样, 在肘杆合模机的情况中, 液压缸的数字设定和数字跟踪的位置误差相应缩小了, 而在液压合模机的情况中则被 1:1 地重现。

2.在肘杆成型机中必然要使用的机器合模联动装置,使模板具有良好的内在平行性,而这对于多模腔成型机来说是特别重要的。

再参照图 1,模板组件 106 最好包括定模板 82 和动模板 90,以及合模肘杆板 92。板 82、90、92 由一套拉杆相连,固定板 82 和 92 与拉杆 93 垂直,动模板 90 则在板 82 和 92 之间可在拉杆 93 上滑动。

伸展在固定的肘杆板 92 和动模板 90 之间有两对合模肘杆件 91,相邻的合模肘杆件形成的枢轴中心横跨着合模横顶板组件 73,组件 73 则装在液压缸 80b 的活塞上。显然,当液压缸/活塞装置 80b 伸长时,则使相邻的合模件 91 趋向伸直,而使动模板靠近定模板 82。相反,当活塞 80b 缩回或退回时,则使相邻的合模件 91 趋向“曲肘”,而使动模板远离定模板 82。在通常的 100—450 吨级合模机中,这些肘杆合模机构能产生 100 吨以上的合模力,此外,CNC 程序式肘杆合模注射机也非常适用。

现在我们来了解一下模腔扩大系统 104,该系统最好能够选择性地扩大模腔以便熔体能在没有很大的阻力或返压的情况下进入模腔。参看图 1,模腔扩大系统 104 最好包括一个液压系统该系统包括一个三通电磁阀 77,该阀通过信号回路 89 与控制器 88 相连。在控制器 88 的控制下,阀 77 将液压流体送入一套模板固定装置 37 中和一套设置在任何一个模板上,最好是设置在如图 2 所示的动模板 90 上的弹性元件 13 中(这些元件及所涉及的装在分模线两边的动模板和定模板上的模具扩大部件都将在迭层模具的设计中使用)。当阀 77 将液压流体打入弹性元件 13 时,液压流体则从模板固定装置中排出,反之亦然。“弹性元件”13 也可仅是一个有高弹性模量的压缩弹簧,但是,最好是液压缸。因为按照阀 77 提供的液压流体,液压缸可选择性地伸出。“弹性元件”13 和模板固定装置 37 的目的和操作将在下面进一步说明。

该成型机最好也包括一个液压驱动的顶出组件,如图 1 所示,该顶出组件包括一个与阀 81a 及 81b 相同功能的比例阀 81c。由阀 81c 经液压回路 130 将液压流体送到一个双面液压活塞 80c 中,该活塞驱动一个设置在固定架 131 及动模板 90 上的可滑动板 132。该板本身则连接并驱动穿过动模

板 90 的一个推杆 133,该推杆与一个插入模具中以便顶出成型工件的构件相连。阀 81c 通过信号回路 85c 与控制器 88 相连,控制器 88 操纵它将成型好的工件顶出。

一个传统的液压系统将压力油提供到几个比例阀 81 中,该系统包括一个与低压、高流量泵 60 相连的储油槽 61 和一个高压、低流量的泵 59,泵 59 和 60 一起由电动机 62 带动。

高容量泵 60 经管线 56 将压力油供入“被动式”分配器 58,“被动”分配器 58 本身将低压压力油分配至“主动”分配器 54 和控制阀 81b。“主动”分配器也可由高压泵 59 提供高压液压油,该“主动”分配器经信号回路 53 与控制器 88 相连。控制器 88 能发出信号控制分配器 54 向控制阀 81b 提供或者是高压低流量油或者是低压高流量油,以便精确地给出施加的合模压力。因此,在普通注射机中对注射(油缸 80a)和合模(油缸 80b)两端从来不同时要求液压及流速,而在本发明的最佳实施方案中恰好是这样的情况,由此在快速注射填充完成之前,合模力和运动就开始了。为了满足工艺过程中任一时刻油缸 80a 和 80b 对液压油流量和压力的要求,因此加上一个合模分配器 54,可以按需要与主分配器 58 和泵 59、60 一起工作,这样分配器 54 也可单独、也可与主液压回路及分配器 58 一起满足合模缸 80b 及阀 81b 的需要。阀 81 以及分配器 58 和 54 的排油管与一个普通的液压油热交换器 63 相通,而交换器本身则与储油槽 61 相连。

这样,控制系统 88(直接或间接)相连并控制了动模板 90 的位置和速度(通过控制阀 81b 及“主动”分配器 54)、模腔扩大系统 104 的操作以及塑化/注射装置 101 的操作,如下面进一步说明的那样,它最好还能控制模具的温度以及工件的顶出。该控制系统 88 可以是各种各样的控制系统,例如可以是液压的,机械的或气动的。但显然最好还是电动式的。可以制作一种“硬线”系统以完成控制系统 88 的控制功能。或者,程序式 CNC 注射机能编制程序完成控制器 88 的各种任务,其中最好是后者,尽管这一控制系统的详细计算机程序在此不再说明了,但是 CNC 程序编制领域的熟练技术人员知道,在本发明没有过多地详细讨论的情况下,应如何编制这一程序。

成型机过程控制器 88 至少应能:

1.处理数字设定器的关于位置、时间、速度、压力、温度及其设定次序或设定模式的输入值；

2.通过控制信号回路 84、85a、85b、86 和 87 输送这些信号；

3.通过对此传感器例如 67a 和 67b 的测量值与相应的设定值，交替处理实况中这些参数的测量结果。

此外，控制器 88 还应包括一些非强制性功能，例如记忆或数据储存、用 CRT 显示屏显示实况的实际参数值，将这些结果编制成一定的格式以便监督检查，通过联机网络或相同机器之间的电联接和/或分级控制/报告监视终端传送或接收这些数据或参数电信号。

这些控制器 88 包括但不限于因子设置或字段设置的改型 CNC（计算机数字控制）或微处理机控制的成型机过程控制器，对于肘杆和液压式合模机来说，大量的本国产品或外国生产的牌号产品均有市售。

一种可用作控制器 88 的装置是 Cincinnati Milicron 公司（Cincinnati, Ohio）的 CAMAC XT 系列控制器，它已用于与其注射机相连。

2.模板组件

现在参照图 2 进一步详细说明最佳的模板组件 106，其中合模横顶板组件 73 及其它与模板组件 106 相连的构件和系统为了清楚的原因删去了。如上所述，模板组件 106 分别包括一个固定模板 82 和一个动模板 90，动模板 90 在控制系统 88 的监督下能精确地相对于定模板 82 运动。在定模板 82 上安装着一个定合模板 9，同样，在动模板 90 上安装着一个动合模板 20。紧挨着定合模板 9 的是一个“A”模板 70，它上面固定着许多“A”模嵌件 5a，同样，动模板 90 和动合模板 20 上安装了一个“B”模板 74，它上面可滑动地装有许多“B”模嵌件 5b。使用弹性元件 13 可使“B”模板 74 与动合模板 20 分离。模嵌件 5a 和 5b 分别形成了模腔 7a 和 7b。本领域的熟练技术人员都知道，元件 13 及其各连接构件（它们一起形成了可扩大的变容模腔 7）也可以安装到定模板 82 上，但是最好弹性元件 13 安装在动模板 90 上。

动模板 90 上最好还装有一个顶出组件，该组件包括顶出板 17 和从此板上延伸出的传统样式的柱 15。

由于“弹性”元件 13 的作用，“B”模板 74 可相对于顶出组件和“B”模嵌件 5b 运动，此外，顶出组件可相对于“B”模板 74 和动合模板 20 运动。驱使顶出组件的机构在图中未显示，但最好包括一个小液压缸，它能控制照控制系统 88 的指令单独运动。前面所述的这种注射/压缩成型系统 100 和最佳的模板组件 106 可用于成型各种各样的制品。

3.透镜成型的模具

图 9 和图 10 显示了本发明的透镜成型机的最佳模具部件：图 9A 和图 10A 显示的是固定在定模板 82 上的模具构件，而图 9B 和图 10B 显示的是固定在动模板 90 上的模具部件，如上所述，本发明考虑到了模板 82 和 90 间选定组件的互换（包括相对运动和相对位置的安排及控制）。下面的说明是针对最佳的实施方案，但本发明并不仅有此实施方案。

参照图 9A 和图 10A，如上所述，定合模板 9 上装有“A”模板 70，而“A”模板 70 本身上则又装有一套模嵌件 5a。模嵌件 5a 最好由高质量的工具钢、其他工具钢级金属合金制成或由玻璃、陶瓷制成，并能在成型透镜上形成光学表面。嵌件 5a 最好能滑动地装配入“A”模 70 中，而在嵌件 5a 与“A”模板 70 间的圆周边上形成一个排气缝 26，该排气缝 26 最好为 0.001~0.002 英寸宽，足以防止熔体漏出而又能够排气。排气缝 26 与排气孔 27（具有大尺寸的孔或间隙）相通（见图 9A），由此可使模腔 7 中的气体排出，图示的实施例是一个四模腔的模具。但是，本领域的熟练技术人员知道也可使用模腔数大于或小于此数的模腔。

在定合模板 9 和“A”模板 70 上穿孔，以形成一个连续的注道 1（如图 9A 所示）。注道衬套 2 安装在“A”模板 70 上，用来精确地限制和固定注道的孔径，并与成型机的喷嘴对接。如图 9A 所示，注道 1 与流道系统 3a 相通，该系统将熔体从中心注道输送到各模腔中。流道系统 3a 是由“A”模板 70 表面上的精细的槽形成的。对应的槽 3b 则形成在“B”模板 74 上，这些槽 3 合在一起把熔体从注道 1 分配到各个模腔中（图中所示的是四个模腔）。普通的浇口 98 用来把流道 3 与模腔 7 连接起来。

参见图 9B，沿着浇口 98 和流道 3 向前延伸有

一个卸压区 31, 该卸压区 31 终止于一个过量聚合物的集料槽 32, 详细说明如后。普通的顶出杆 19 在适当的时间有选择地将固化的聚合物从聚合物集料槽中顶出。

参见图 9A 和 10A, 在最佳的实施方案中还包括限流元件 4, 调节它可保证进入模腔的熔体是适量的。当限流元件 4 伸入流道系统 3 时, 改变了流向相应模腔的流动阻力, 每个限流元件 4 产生的阻力取决于它插入浇口 98 的程度, 由图 10A 可以看出, 限流元件 4a 对流向模腔的熔体产生的阻力要比限流元件 4b 产生的其相应阻力要小。

限流元件 4 最好能无级调节, 具体情况如图 13 所示, 每个限流元件 4 最好与一个斜导块 30 相连, 斜导块 30 上有一个斜槽, 它控制住元件 4 的延伸出程度, 这样当斜导块 30 作平行于分模线或分模面的移动时, 则引起元件 4 作垂直于分模线的移动。最好每个斜导块 30 都与杆 35 相连, 杆 35 穿过定合模板 9 与调整旋钮 33 相连, 这样通过旋转旋钮 33 就能单独精确地控制各个限流元件 4 的位置。

当同时成型不同形式的透镜时, 还应注意模具的平衡是要求特别严格的, 例如, 某些透镜比其他透镜体积大, 某些透镜有一些特定部位, 它们对熔体的流动存在很大的阻力。这样就需要使注入每个模腔的熔体体积实际上等于透镜的成品的体积, 进而也就需要调整限流元件 4 以补偿各模腔的差别。

固定合模板 9 和“A”模板 70 还应包括一个普通的冷却剂流道 8, 通过流道 8 泵入流体, 并根据已往的成型实践加热或冷却模具。当然, 也可使用其他加热/冷却装置。

最后, 从“A”模板 70 的表面还应伸出许多普通的定位销 6; 这些定位销 6 在合模过程中及合模后, 用来把相对的模嵌件 5a 和 5b 对准。

图 9B 和图 10B 显示的是透镜模具的活动部分。如图 9B 所示, 在“B”模板 74 上开有一个定位销孔, 并用定位销衬套 11 衬上, 从“A”模板 70 上伸出的定位销 6 可滑动地插入该衬套。图 9B 上还显示了一个由模板 74 表面上的槽形成的流道系统 36。该槽与模板 70 上的槽 3a 对准形成了流道系统 3。从图 9B 中还可以看到一个固定机构 37, 熟练技工可知, 它包括一个机械模板闭锁装置或搭钩, 或者一个液压缸, 最好是液压缸, 因为它可以

容易地由图 1 的控制器 88 控制。再如下面所述, 可任选的固定装置 37 在整个元件顶出过程中, 可使“B”模板 74 与合模板 20 保持一个固定距离, 这样, 在前进和后退行程中, 顶出行程的柱 15 和嵌件 5b 相对于模板 74 作压式运动。图 14 显示了一个适当的固定机构 37 的横断面。机构 37 在控制器 88 的控制下进行操作, 它是通过管线 75, 使液压流体进、出装置 37 的。

参照图 10B, 如上所述, “B”模这半边包括动合模板 20 和“B”模板 74。弹性元件 13 最好装在隔块 12 内, 它限定了动合模板 20 和“B”模板 74 间的最小距离。这个距离可由最好为液压缸的弹性元件 13 的作用而增加。当弹性元件伸长时, “B”模板 74 离开动合模板 20, 由此也离开动模板 90。

顶出组件(如图 1 所示)包括模嵌件托和顶出板 17。顶出板 17 可相对于动合模板 20 选择性地运动, 通过 28 可让产生这一相对运动的推杆 133 穿过。但是, 在成型好的工件顶出之前, 板 17 最好紧紧顶住动合模板 20 通过顶出系统的液压缸的退回位置而刚性地固定(除非选择变容模腔的可变“浮模”装置)。这种顶出组件和技术已经是现有技术。

从顶出板 17 上伸出的是模嵌件支撑柱 15 和顶出杆 19。顶出杆 19 可相对于“B”模板 74 滑动, 并如图 9B 所示与流道 3 相连。当要顶出成型工件时, 机器的过程控制器 88 驱动上述的液压缸, 液压缸则又向前推动推杆 133, 推杆 133 使顶出板 17 相对于“B”模板 74 移动。而这则引起模板 74 内的顶出杆 19 滑动, 并向槽 32 内的“冻结”材料施加压力。同时, 与柱 15 刚性连接的模嵌件 5b 则相对于“B”模板 74 向前运行同样的距离, 而使成型的透镜边缘与模腔的边脱开。这一组合运动使成型件在不擦伤光学表面的情况下被顶出。

如前所述, CNC 控制器 88 的顶出器液压缸的位置及速度的控制是一个独立的装置, 它可在合模板 20 和 9 固定不动的同时, 通过使嵌件 5b、柱 15 和顶出板 17 与顶出器推杆刚性连接, 进而也与顶出器液压缸相连, 从而同时和相同地给所有可变容的模腔 7 提供一个加压行程。理论上这种由顶出器产生的压缩驱动力与最佳的动模板产生的压缩动力功能上是相同的, 因为它们都能通过最佳的 CNC 控制器 88 来进行数字设定并控制位置及速

度,而且因为这些刚性连接的机械所提供的(相对于辅助装置提供的)对动模 5b 的压缩驱动力,在单模腔或多模腔的模具设计中,在各种不同容积的模腔 7 上都能产生精确相同的、同时的、可以预言的作用(而与现有技术的用于在模内铸压的辅助装置不同)。但是,在实践中,使用动模板产生的压模或合模驱动力是最好的,因为在注射机中不能安装一个与它们相应的合模油缸 80b 那样大的顶出油缸。由于标准工厂装备的合模缸 80b 尺寸较大,提供的力很大,甚至比所使用的大多数情况(即高负倍率的非常薄的 Rx 透镜)的压缩力大数倍,并且是用于重载的。因此,它更适合于提供压缩驱动力,而不是适合于作机器的液压顶出缸。此外,使用液压顶出缸提供压缩力必然使其成型件的顶出功能复杂化,因为两种功能不同,顶出功能必须在机械上或电气上与压缩功能不发生联系。使用顶出缸运动而产生 1:1 压缩合模的最终缺点是它没有象肘杆合模压缩那样可利用机械上的有利条件而减少位置检测误差(与早期的液压合模机相比肘杆合模机也确定如此)。

尽管“浮模”方案存在缺点,但是为了迅速填充模腔,它们仍然被使用。当模腔填充时,浮模嵌件也同时移动,这样就可使熔体中没有形成显著返压的情况下进行快速填充。如果返压是“显著”的,则会影响到成型件的光学质量。

如上所述,从顶出板 17 上伸出的还有柱 15,它主要是用来将合模力从顶出板 17 传递到模嵌件 5b 上,最好用垫片 23 将柱 15 与相应的嵌件 5b 分开。此外,定位销 29 从每个柱 15 轴向地插到每个相应的嵌件 5b 上,这样,在用紧固螺栓 16 将嵌件 5b 与柱 15 螺纹连接在一起的同时,定位销 29 则使它们之间相对固定。

在图 10B 中,还显示了排气缝 27 以及“B”模板 74 上的冷却剂通道 8 和顶出托板 24。排气缝 27 与相配合的模板上(在模具的固定和活动两部分上)的缝 26 一样,最好是 0.001~0.002 英寸宽。排气缝 27 是独特的,因为它在整个嵌件 5b 的圆周上排气,所以减少了返压增加了填充速度,冷却剂通道 8 和托板 24 都是通用的。

4. 光盘成型模具

图 11 和图 12 显示了本发明光盘成型机的最佳模具部件:图 11a 和图 12a 显示的是固定在定

模板 82 上的模具构件,而图 11B 和图 12B 则显示的是固定在动模板 90 上的模具部件。为了使光盘模具部件与上述讨论的透镜模具部件相区别,在标号上加了一撇,但是,对模板 82 和 90 以及其他一些共同的部件则不加以区别。

参照图 11A 和图 12A,如上所述,定合模板 9' 上装有“A”模板 70',而“A”模板上又装有一套模嵌件 5a',模嵌件 5a'最好由高质量的工具钢、其他工具钢级的合金制成,并且能在成型的光盘上形成一个光学表面。每对嵌件 5a'和 5b'之中的一个嵌件 5'可用一个压板(未画出)来附加固定,它的功能如前所述。嵌件 5a'最好能滑动地装配入“A”模 70'中,而在嵌件 5a'与“A”模板 70'间的圆周上形成一个排气缝 26',该排气缝 26'最好是 0.001~0.002 英寸宽,以便防止熔体漏出而又能够排气,排气缝 26'与排气孔 27' (见图 11A)相通,由此可使模腔中的气体排出。图示的实施例是四模腔的模具,但是本领域的熟练技术人员都知道使用大于或小于此模腔数也是可以的。

定合模板 9'与“A”模板 70'由脱模板 42'隔开,在板 9'和 42'上穿孔,以形成连续的注道 1'。注道衬套 2'安在合模板 9'上,用来精确地限定和固定注道的孔径,并提供正确的定位、对准,并与成型机的注射喷嘴对接(未画出)。如图 12A 所示,注道 1'与流道系统 3'相通,该系统将熔体从中心注道 1'径向输送到各模腔 7'中。

与 Rx 成型不同,多模腔光盘成型的模腔从不失衡,并且模具一旦平衡之后,就没有必要按正规条件重新平衡。这样,使用不可调的拉销 41'也就足够了。

模板 70'还包括一个普通的冷却剂通道 8',以便使流体从此泵入,根据已知的成型实践经验去加热或冷却模具。当然,也可使用其他加热/冷却装置。

画在图 11A 和图 12A 中的固定模具或“A”半模是一个普通的 3--板模具,该组件包括带肩螺栓 21',它限制了板的分离。由于聚合物与嵌件 5'之间的粘合力,因此,由板 9'、42'和 70'组成的 3--板迭层模具被分开一段由带肩螺栓 21'限定的距离,一旦板分开到它的最大距离,分模线将打开,并且流道 3'与注道 1'完全断开。

最后,从“A”模板 70'的表面还应伸出许多普

通的定位销 6'，这些定位销 6'在合模过程中及合模后，用来把相对的模嵌件 5a 和 5b 对准。

显示在图 11B 和图 12B 的是光盘模具的活动部分。如图 11B 所示，在“B”模板 74'上开有一个定位销孔，并用定位销衬套 11'衬上，使从“A”模板 70'上伸出的定位销 6'可滑动地插入该衬套。

参照图 12B，如上所述，“B”半模包括动合模板 20'和“B”模板 74'。弹性元件 13 最好装在隔板 12 内。隔板 12 确定了动合模板 20'和“B”模板 74'间的最小距离。这个距离可通过“弹性元件”13'的作用而增加，此“弹性元件”最好是液压缸。当弹性元件 13'伸长时，“B”模板 74'离开动合模板 20'，由此也就离开动模板 90'。

顶出组件（如图 1 所示）包括模嵌件托和顶出板 17'。顶出板 17'可相对于动合模板 20'有选择性地运动，通孔 28'则让形成这一作相对运动的推杆穿过。但是，在成型好的工件顶出之前，板 17'最好相对于动合模板 20'通过一个小油缸（未画出）或类似物的作用而固定。这种 3--板顶出组件和技术在现有技术中是已知的。

从顶出板 17'上伸出的是四个模嵌件支撑柱 15'。它们主要是用来从顶出板 17'上将合模力传递到模嵌件 5b'上。当要顶出成型件时，推杆使顶出板 17'相对于“B”模板 74'移动。而使成型好的光盘向前移动超出分模线平面，而进入开模“间距”，在此，光盘最好由机器人的臂，或者抓住光盘的外缘（最好）或者抓住注道（如果不选用模内去芯）将其取出。

在图 12B 中还显示了在嵌件 5b'和“B”模板 74'上的载热剂通道 8'之间周向设置的排气缝 27'。此排气缝 27'与嵌件 5b'和模板 74'间的排气缝 26'相通。缝 26'与相配合的模板上的缝 26'一样，最好是 0.001 到 0.002 英寸宽。

图 15B 还显示了一个固定机构 37'，如熟练技工所知的，它包括一个机械模板闭锁装置或搭钩，或者一个液压缸。后者由于可容易地受图 1 的控制器 88 控制，因此，最好使用它。如下面所详述的，任选的固定装置 37'在工件的整个顶出过程中，可使“B”模板 74'与合模板 20'保持一个固定距离，这样，在前进和后退行程中，顶出行程的柱 15'和嵌件 5b'都正对着模板 74 的运动。

图 17 和图 18 显示的是本发明光盘成型装置

的热流道（“无流道”）的实施方案，标号都加以双撇。由于从图和前面的说明中，可弄清楚无流道方案的部件，因此该实施方案就不再详述了。

5.操作

现在来说明图示的注射 / 压缩机 100 的操作。通常，透镜和光盘的成型方法是相同的，因此，只使用透镜模具部件的标号来说明这两种成型方法操作的最佳实施。

图 2 显示的是模板组件 106 在接着前面成型件顶出后的全开位置。液压合模缸 80b，在控制系统 88 的控制下，使相邻的合模件 91 弯曲，由此使动模板 90 离开定模板 82。在塑化机筒 68 内的往复注射螺杆（未画出）处于它的完全退回的位置，以便制备注射用的热塑性树脂，此外，顶出组件也处于相对于“B”模板 74 它的完全退回位置，由此模嵌件 5b 处于板 74 内。同时，弹性元件 13 也处于它的退回位置，由此，模具的“压行程”（隔板 12 与“B”模板 74 间的距离）为 0.00 英寸。

图 3 显示的是模板组件 106 已为开始下一周期作好准备。弹性元件 13 伸出并推动“B”模板 12，使其与隔板 12 分开，从而产生压行程（但一般不超过大约 0.060~0.350 英寸）。按照这个工艺的需要，固定机构 37 伸出，附着在柱 15 上的模嵌件 5b 由液压缸（未画出）或类似物固定回完全退回和静止的位置上。结果，模嵌件 5b 与分模线间的距离增加到与压行程相等。而最后的结果是增加了装在模具“B”半模上的模腔 7b 的容积。应当注意的是曲杆合模件 91 并未改变位置，而这仅仅是由弹性元件 13 伸长所造成的，还应注意的是板 74 的移动最终将受带肩螺栓 21 的限制。

一旦弹性元件 13 伸长并完成压行程（如图 3 所示），控制系统 88 将驱动阀 81b，而使液压缸 80b 伸长，由此使相邻的一对肘杆合模件 91“伸直”，如图 4 所示，而使动模板 90 向定模板 82 靠近。结果，分模线完全合上，封闭了由模嵌件 5a 和 5b 所形成的扩大的模腔 7。此时，在足够封合分模线的力作用下，“B”模板与“A”模板被相对压紧，防止了飞边的产生。对于回模腔透镜成型来说，100,000 磅的封合力已足够了，而根据成型工件所选用的具体塑料，它的熔融温度，粘度，表面张力和流道系统的横断面投影面积及其它因素，也可选用不同的封合力。此封合力由弹性元件 13

提供。如果弹性元件是个简单的弹簧的话,在模板 74 和 70 靠近时,它开始压缩产生封合力;而为了获得较大的力,就需要有较大的变形。相反,如果封合元件 13 是液压缸,如在最佳实施方案中,封合力则能够由液压缸的压缩程度单独控制。在最佳实施方案中,控制系统 88 控制弹性元件 13 的伸长和缩回,以控制由此产生的封合力。

在一实施方案中,由于“A”模板 70 在“B”模板 74 上的作用,而在弹性元件 13 上产生压力,这个压力使缸 13 内的液压流体流出缸外,进入带有弹性元件(例如,金属或空气弹簧)的蓄压器中,这样,实际上,液压缸的功能在某种方式上与简单的弹簧相似。

如图 4 所示,通过缩小原来的“预定行程间隙”40,可说明弹性元件 13 的稍微压缩。

图 5 显示了该方法的另一步骤。一旦是足够的封合力在分模线上产生,控制系统 88 就驱动塑化注射装置 101 上的阀 81a,而使其将熔体注入到模嵌件 5a 和 5b 形成的扩大的模腔 7 中。最好是由控制系统 88 和注射装置 101 联合起来测量输送(通常称为“短距离”)到流道 3 和模腔 7 中的熔体体积。对动模板压缩合模行程的启动可通过时间,往复注射螺杆装置 101 的位置或安装在模具上的压力传感器等等来控制。其中,以时间计的合模启动控制大概是精确度最差的。并以时间计的控制还是“开环”性质的,启动合模压缩的模腔压力也要求注射的熔体体积大于扩大的模腔的体积,这样就造成了熔融聚合物的压力被升高到预定的模腔压力水平。但是,这一高压填充模腔的最后结果则是在成型的光学塑料件中产生所不希望的内残余应力。

因此,最好的方案是以螺杆位置来启动合模压缩的开始,也即:当注射输送完全完成时,往复螺杆停止前进。图 1 所示的传感器 67a 用来精确地监测螺杆的位置。

由控制系统 88 精确地控制注射装置 101,并通过调整限流元件 4(如果需要的话),将预定量的熔融聚合物分配入每个模腔中,再以精确的和相互作用的控制方式,这样熔体使进入模腔时,实际上是没有阻力和返压的。

现在参看图 6,一旦注射装置 101 精确地输送完预定体积的熔体,也就是相当于螺杆在传感器

67a 启动合模压缩开始的位置,控制系统 88 则使油缸 80b(在最佳实施方案中)伸长,由此推动动模板 90 靠近定模板 82,作用在动模板 90 上的力通过合模板 20,顶出板 17 和柱 15 传递到模嵌件 5b 上,这样,由液压肘杆合模产生的所有合模力都传递并压到扩大的模腔 7 上。

动模板 90 的位置和速度最好能同某种方法控制或限定,以使熔体能进行两步压缩。在第一步,快速驱动模嵌件 5a 和 5b 而使它们相互靠近,以便首先通过缝 26 将气体从模腔中排除,其次,在压力下各向同性地重新分配仍然是热的熔体。参见图 1,控制器 88 通过控制“主动”分配器 54 来完成这些工作,由此低压高流量液压流体被输送到比例阀 81b 中。接着第一步,则开始对模腔中的熔体进行慢压缩。在第二步中,聚合物在连续的压力下冷却并固化,这样就能够使成型件连续贴合在模嵌件 5a 和 5b 上,以弥补产生的热收缩。使模板组件 106 一直保持这种状态,直到熔体的温度降到塑料的玻璃转变温度以下。一旦达到这一点,就可以打开模具了。排气和再分配熔体的第一步维持的时间最好只相当于第二步(即后面的)时间的 $1/20$ 到 $1/5$,而第二步本身则在剩余的合模过程中一直持续到模具正好打开以及工件顶出之前。这里,固化的速度当然取决于热从熔体上散发的速度。然而,控制器 88 则可使冷却剂通过槽 8,以加速这一过程。

图 7 显示的是成型工艺的下一步骤。一旦时间超过了足以使塑料达到玻璃化温度的同时,控制器 88 就立即驱动油缸 80b,以使动模板 90 离开定模板 82,进而使分模线完全打开以利于取出成型件。应当注意的是此时顶出器组件并未运动。

图 8 显示的是模板组件 106 在它的工件顶出状态。弹性元件 13 固定在它的退回位置。顶出组件 104 的顶出板 17 则通过使用液压缸 80c 而相对于“B”模板 74 运动,以便顶出成型工件。

上面介绍了形成及使用变容模腔的较佳方法,另外,由顶出板 17,柱 15 和模嵌件 5b 组成的刚性连接组件可相对于模板 74 升起“浮着”,这样当熔体注入模腔时,模腔 7 的容积会增加。在这个实施例中,模板 74 如前所述移动所需的行程,而顶出板 17 则松开(通过孔 28 由另外的螺栓连接),因此,机器的液压顶出组件无反向的行程。当前一

顶出周期的顶出器退回时, 由于模嵌件 5b、柱 15 与模板 74 间的很小的摩擦力的作用, 而使嵌件 5b 留在一相对靠前的位置上 (由于返程销 14 的作用)。此时, 将熔体注入模腔, 熔体的压力会迅速增加, 直到它克服这些摩擦力。当足够的熔体产生的压力正好等于上述的滑动摩擦力时, 熔体则驱动嵌件 5b 向后运动直到扩大的模腔停止运动。该周期的剩余部分与前述的相同。

光学成型用的特别加强模式

由于本发明特别适用于光学透镜和光盘的成型, 而且特别适合于它们的多模腔成型, 因此, 下面将对最佳实施方案作进一步说明。

1. 非平衡模腔补偿模具的设计特点

a. 可调整的限流元件

在前面讨论的 Rx 透镜的模腔设计中, 指出了在多模腔模具中同时成型不同基片和不同体积的不同倍率透镜的实际问题。并说明了它的补偿装置, 该装置将机械限流的大小与各个模腔体积的大小按相反顺序排列以改变熔体流动阻力。一个简单的例子就是在每个模腔的流动入口或浇口使用可拆卸和可变换的浇口插件。这一装置的缺点是该设备需要大量的这种可变换的机械浇口插件, 因为一个给定的外形只对这些不同 Rx 镜片组合中的一个给出最佳结果。

由此, 在图 9A 图 10A 和图 13 中给出了一种最佳的装置, 用于可修正地重新分配熔体流到不同的透镜模腔中。可调整的限流元件 4a 和 4b 及附件显示在图 13 中。

现有技术中的注射—压缩方法, 由于使用慢注射填充率及滞后的压缩, 所以相对来说这种可调节的限流元件在此对填充性能不同的模腔是不起可控补偿作用的。

b. 压力调整区和过量聚合物集料室

一个最佳的方法中不仅使用限流元件 4, 而且如上所述除了略微过量的注射量之外, 还使用一个预设的大于所注射熔体体积的初始模腔容积。但是, 这种组合将在不同透镜模腔间产生略微的残留失衡, 结果, 或者未充满透镜 (光学上报废) 或者在过填充模腔分模线上产生少量飞边。为了防止这些问题并使不同的 Rx 透镜的多模腔成型实用化, 下面补充说明下列装置。

在第一次运用四模腔组的四种不同倍率透镜

时, 每个模腔的可调限流元件 4 必须反复多次地进行调整 (使用图 13 所示及前述的调整组件), 以便将注入的熔体合适地分配到各个不同容积的模腔中。

在开始调整时, 第一次可能会出现一个模腔充得过满, 两个填充得正好, 最后一个未充满。这样在接下来的调整中, 应使过满模腔的限流元件 4 调出, 而未充满模腔的调进, 这样平衡就会改进了, 但是在每次调整和改变注射量时, 都有在模具的分模线上出现飞边的危险。

因此, 可在透镜模具的每个熔体分配通道上设置一个释压区 31 和过量聚合物集料室 32。如图 9B 和 10B 所详示的, Rx 透镜模的浅释压区 31 与分模线上深的过量聚合物集料室 32 相通。释压区 31 和 32 最好是相同尺寸的, 如图所示在引出流道的分模线上切出一个典型的 0.250~0.50 英寸长和宽、0.005~0.020 英寸深的浅槽。

由于在 Rx 透镜成型的最佳实施例中, 填充模腔使用的是最小的注射压力, 而熔体的压力只是在迅速的压缩行程中 (见图 5 的工艺过程) 及将仍然是热的熔体在整个模腔里重新分配的过程中才达到最大, 因此, 释压区 31 和过量聚合物集料室 32 主要是在该工艺的这一步中起作用。在每个模腔升压的同时, 如果在模具中存在略微过量的塑料, 则在其流道中就会出现一个相应的返压。为此, 宁可使用释压区 31 和过量聚合物集料室 32 作为这些过量熔体的内在释压, 也不能在分模线上出现飞边的危险。一旦第一行程迫使所有过量的材料进入窄的释压区槽, 它的薄部分就迅速发生冷却固化, 以致于在最后的慢速行程开始之前, 就已完全冻结了, 而热收缩则在此过程中出现, 其后形成最终的镜厚。

因为熔体的压力作用是无方向性的, 因此理论上, 释压区可设在连通注射喷嘴与透镜模腔间的通道上的任何地方。图 9A 显示了在四透镜模腔设计中, 两个释压区 31 及相应集料室 32 的典型设置。

关于前面所述的 Weber 专利, 值得注意的是在此释压区 31 不是以起压铸槽的作用来接受压缩过程中从模腔来的大量塑料, 以极力减少与高负倍率透镜相关的汇合线。根据设计, 释压区 31 的尺寸及位置, 都是不适合的。

释压区 31 的尺寸使它不适合作为接受大体积排出量塑料的贮槽,以弥补汇合线。但是,既然设置了 Weber 压铸巢,以接收透镜的汇合线,释压区 31 也就可以设置在与熔体流道相通的任何地方。

2. 模腔的排气

本发明希望以最小的压力尽可能快地填充模腔,因此,一旦熔体进入模腔,不良的排气——未能让气体,热气和热熔融塑料产生的易挥发馏份排出——对注入的熔体将产生一个不希望的返压,这对于光盘或类似物的高长径比、长填充模具来说是个特殊问题。虽然对 Rx 透镜也是个问题。迅速将这些气体排出的特殊措施是环绕压模的动模部分的整个圆周形成一定的气隙,该气隙的尺寸应足够精细,只能使气体迅速逸出,而不能让任何熔体进入。该气隙如图 12B、9B 和 10 中标号 26 所示,在其最窄处最好为 0.0005 到 0.0015 英寸宽,并与模腔相通,在 1/8~1/4 英寸长的最窄段之后则扩宽,并向下与多个槽 27 相通,槽 27 首先是环形,然后是轴向地沿动半模 5b 的剩余长度方向往下与模支撑柱 15 上相同倒角的环形槽相接。在柱 15 上,与模 5b 基体上的这些槽相配合的是一些同尺寸、同分布的沿柱 15 长度方向而行的轴向槽。一个典型的排气口包括四条(间隔九十度)0.060 英寸深、1/4 英寸宽的槽,这些槽使留在模腔中的气体能够沿多条通道,首行流经环形气隙 26,接着到槽 27,然后经过柱 15,进入顶出箱,并由此排到大气中。

相反,普通的排气设计,首先是环绕模腔制造一个浅的溢料面,并在 A 和 B 模板中的一个或两个上切割,这样,由这些切割形成的溢料面在分模线上构成了一个 0.0005~0.0025 英寸的总排气隙。但是这种缝要穿过较深的排气路径,并且只能将气体从合模线及模板 A 和 B 的外边缘中排出。因此,这种设计仅仅提供了本发明整个排气隙横截面积的一半。值得注意的是最佳实施方案中也可使用这种普通的排气,由此气体则径向地从模板间的一些窄缝中排出。这些窄缝可允许气体流过但却阻止了塑料熔体逸出。然而本发明提供的快速排气模腔,从某种意义上说,模腔实际上被“封闭”,因为塑料从中是不能逸出的,除非模腔内的塑料在压缩过程中,从注口返回。

3. 光盘的现场成型芯孔装置

在注射完成以后,当模腔中的熔融塑料还非常热并可流动时,合模操纵限定的压缩就立即开始了。由于图 15 中的模具动半模的前进,芯成型阳模 43b'穿过流动的熔体向前与芯成型阴模 43a'会合,并在其间封闭形成一个平缝。

结果,这对模腔内的制芯元件 43'会稍微阻碍填充,与现有技术之中的用剪切力来“冷成加工”塑料相比,它们对光盘的质量仍然有较少的有害影响。参见 J. R. HOLmes 的美国专利 4185955 和 4260360。

4. 模具元件的快速更换

可拆换的光学件成型表面元件是压模和透镜模嵌件。压模严格地限定了光学元件以后的性能特征,并给出了一个由凹坑和凹槽组成的精致图案,该图案携带着光盘的编码信息;而透镜模嵌件则给出一个高抛光的和精确弧形的轮廓,以使光学透镜能可控的折射光线。当改变产品的型号时,这些模具元件就必须改变。如果使用一种可锁定组件使这些快速的更换能够在“正在压”情况下完成,这样就很少会中断生产,此可锁定组件,在模具处于它的模具打开位置时,就可使上述元件取下并装入其中。这样设计的多种变型已经是可知的。

5. 附加的 Rx 透镜涂料滴片

热塑性塑料成型的 Rx 软焦点透镜组必须使用一个硬的、耐磨表面涂层。这种液体涂布通常采用非常经济的高容量自动浸涂工艺。但是这些涂料趋向于积聚在透镜的底半部或下边缘,而产生光学误差,因此,一个普通方法是成型一个小薄片到透镜的最底部(相对于透镜的涂布夹具方向)。而这个附加的小片借助于重力从透镜的其他最低部分“吸”走多余的液体涂料。这个附加的滴片在图 9B 中以 99 表示。

6. 附加的热流道或绝热流道系统

普通的冷流道设计在多模腔塑料模具中已日益被绝热或加热流道系统所代替。对于光学透镜及光盘生产的要求来说,采用长流水线生产是可能的,但是所需塑料的回收再用是不可能的。对于光学热塑性塑料多模成型,使用这种无流道系统设计,其进一步的优点就是短的循环周期和短的熔体流道。

图 17 和图 18 显示了本发明的热流道多模腔模具设计。热流道歧管组件 115 (在图 17 中以打

点标记)最好采用电加热(由歧管加热器 119 和喷嘴加热器 126);但也可采用其他装置,包括循环的传热流体或加热管。输入的热传递到整个歧管组件 115 上,以便总保持热塑性物料流经通道 127,通道 127 一端与注射机的喷嘴相通(未画出),一端与各个模具的注道 1 相通。由于模板 70 和模嵌件 5a 的温度保持在塑料的固化点以下,因此材料的冻结首先出现在歧管的材料通道 127 与注道 1 的接合处这个最受限制的点上。

在注射填充的操作过程中,从通道 127 进入的新塑化熔体,顶着上一循环的塑料,从注道 1 进入由模嵌件 5a 和 5b 形成的光盘模腔中,当注射填充停止和快速压缩开始时,芯形成元件 43a 和 43b 会合并形成一个封闭的独立的、新形成的无芯光盘 31(未固化)和注道芯 30(未固化)。挥发物和气体在填充和压缩步骤中,通过环形排气道 26 排出,并通过定模板半模上的排气孔 128 离开模具,还通过芯半模排气通道 27 引入打开的顶出箱。连续进行冷却,由于在特定的流道口(127 与 1 的接合处)首先冻结,因此歧管通道 127 被封合直到下一次注射周期开始。剩下的连续收缩补偿压缩,固化和顶出步骤与前面所述的相同,而接着的合模和形成模腔步骤则是为下一循环的注射填充作准备。

功能的等效

为了举例说明本发明的广度,下面通过等效装置及方法这两个方面对此进行说明,当然这个说明是不完全的,所述实施方案的其它构件和组件也能通过功能等效进行代换。

1.使用由抽芯动作驱动模板分离/模腔扩大的成型机

大多数注射成型机制造厂家都提供一个“抽芯”附加配件作为 OEM-因子设置或数段设置改型。当它与模具中心的活芯元件刚性连接时,这些抽芯液压系统的普通功能是按照机器控制系统的指令向前推或向后推,这样模具的芯元件可退回作为顶出的部件,以帮助成型制品的取出,然后在下一步循环熔体注射和填充开始之前返回到靠前的位置。

本领域的熟练技术人员都知道,这些由机器控制的装置与加压和控制组件 B 回路 104(包括 79, 78, 77)等效,它们一起分别帮助和支持用控制弹性元件 13 和 37 分开模板和固定模板的功能。

2.使用液压顶出系统的可精确设定的位置及向前行程来提供压缩行程的成型机

所有现代的注射成型机带有液压缸驱动的顶出系统,它在机器的控制系统控制下可向前推出和向后退回。而近来的改进则使其运动及位置在 CNC 控制下都具有相同的精确性和程序易变性,包括脉动(多步)顶出。

本领域的熟练技术人员都知道,这些由机器控制的装置等于提供了可程序控制的一步或多步压缩行程,而不是使用与共用板的固定连接将所有动模 5b 元件连在一起,然后由动模板的向前合模运动,可控制地将其向前驱动,由于其用板本身又与顶出组件固定相连,所以模板的运动被转换成每个模 5b 的类似运动。(由于可产生较大的力 L 对于高倍率和非常薄的 Rx 透镜这是个特殊的因素),并且肘杆合模具有高精度性(因为机械的杠杆作用),因此最好仍然用合模引发压缩而不用顶出引发压缩)。本发明的多模腔部分的一个重要特点就是例如通过动模板或顶出板可“共同地”和同时地驱动动模嵌件,由此,不需要去同时控制多个液压缸,就可容易地同时驱动模腔。合模引发压缩可与模腔形成或填充用的两种方法中的任何一种结合起来代替这种顶出系统引发压缩。

3.使用 CNC 控制的“全电子”注射成型机(代替液压或液压——机械合模和装配顶出器的机器)

最近在小尺寸成型机(小于 100 吨合模力)中引入了用于合模机构、注射、螺杆旋转和顶出行程中节能的电子伺服传动装置。由此,这种机器明显地非常适合借助于 CNC 数字控制。并且实际上由于主要供应者 Cincinnati Milcron 的这种 CNC 控制系统在所有这种成型机上都是“标准的”。

根据本发明,这种“全电子”机器的功能明显地,并且可预料地等效于详述的 CNC 控制的液压为主的机构及在此所述的控制系统。

所要强调的是本发明并不限于任何具体的组件,材料或形状,也不限于按前面所说的本领域的熟练技术人员可作出本发明的改型。这些说明只是想提供各个实施方案的一些特殊例子清楚地说明本发明,因此,本发明并不限于这些实施方案或使用出现在这里的具有特殊形状和外形的元件。本发明的改型和变化都包括在附加的权利要求的概括范围和构思中。

说明书附图

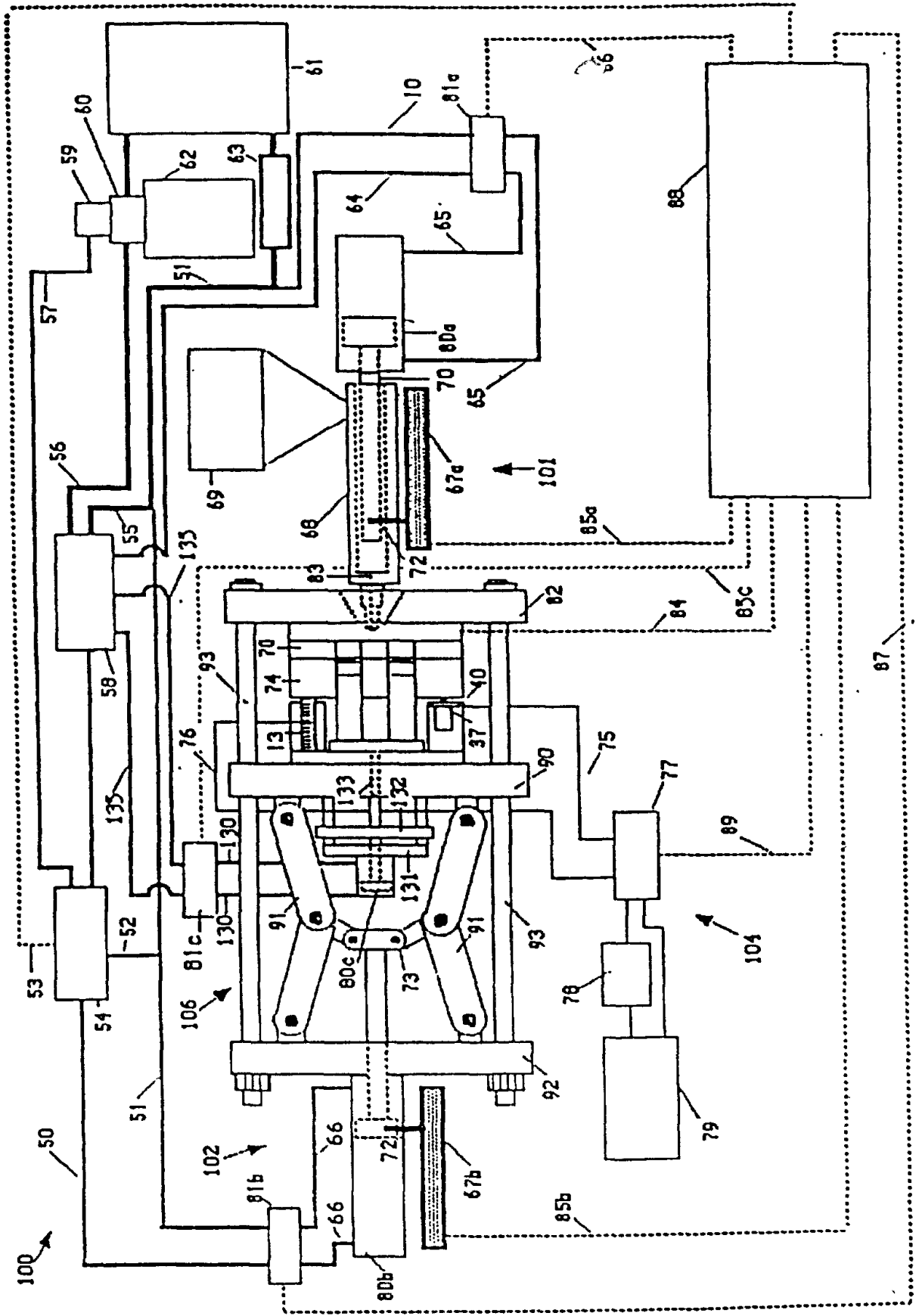


图 1

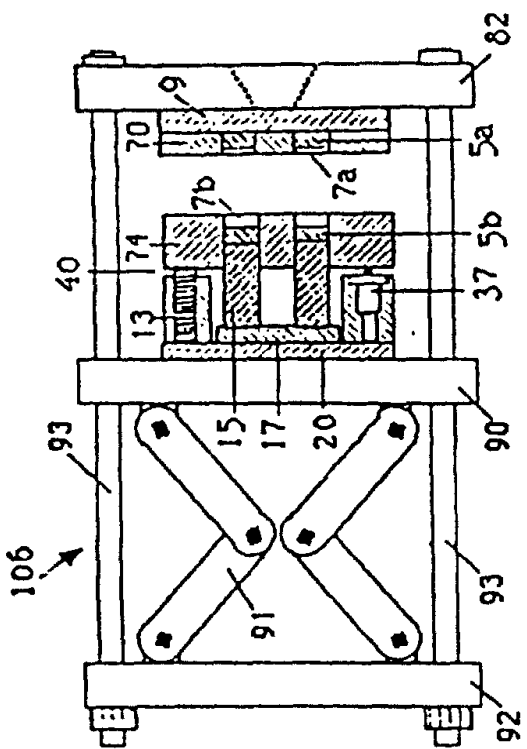


图 2

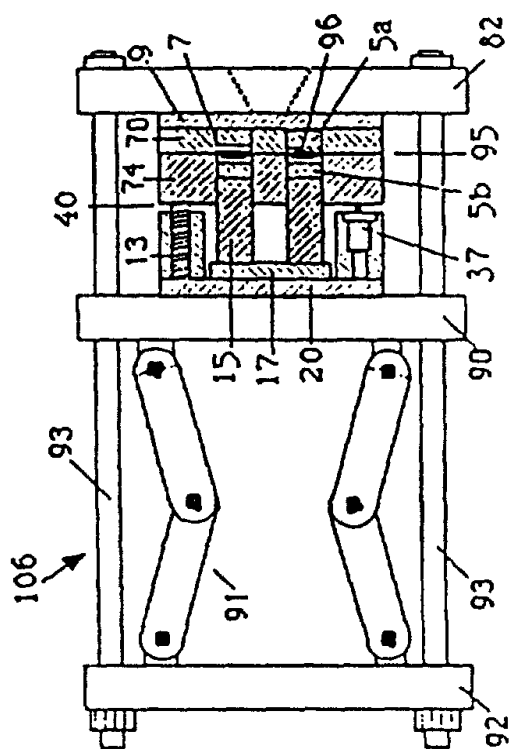


图 3

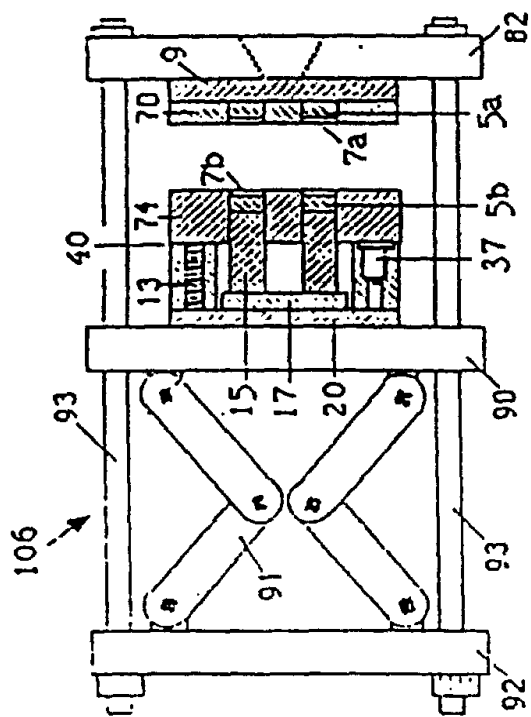


图 4

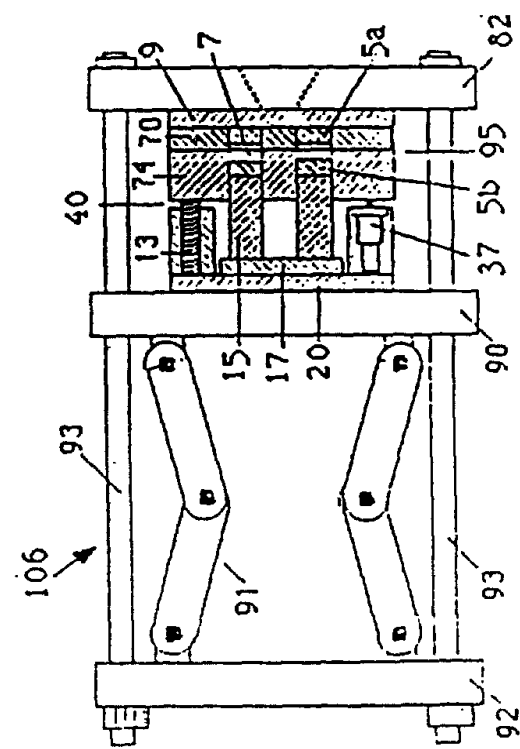


图 5

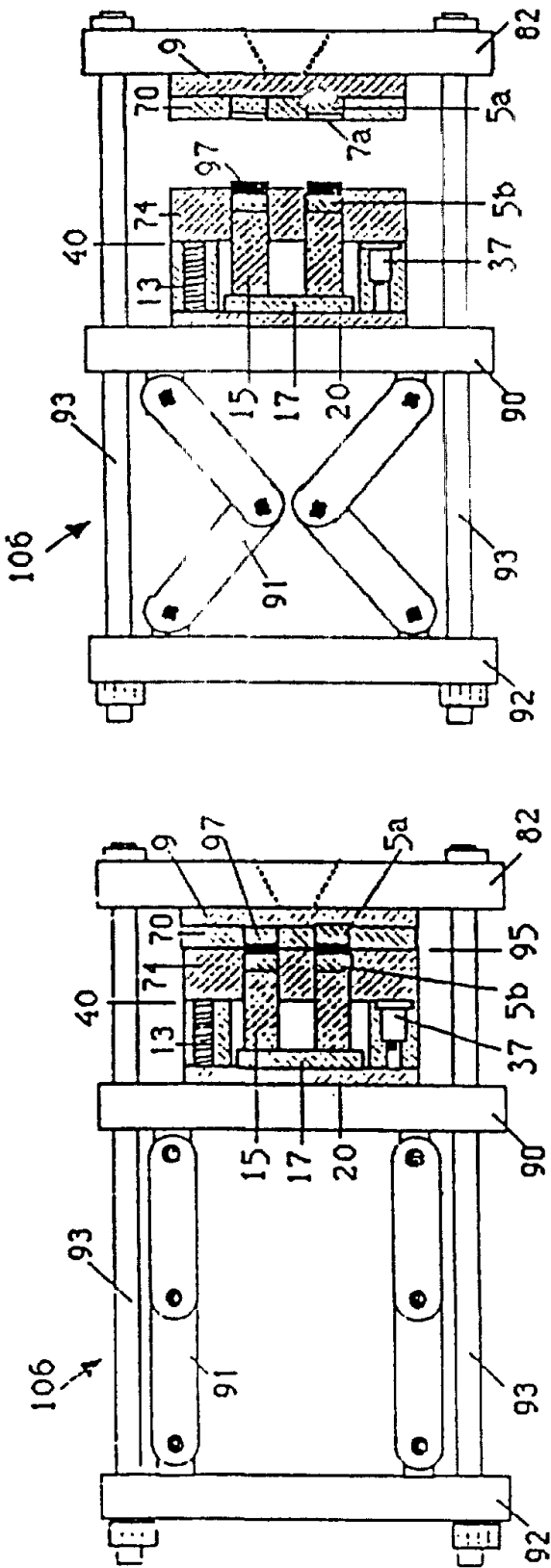


图 7

图 6

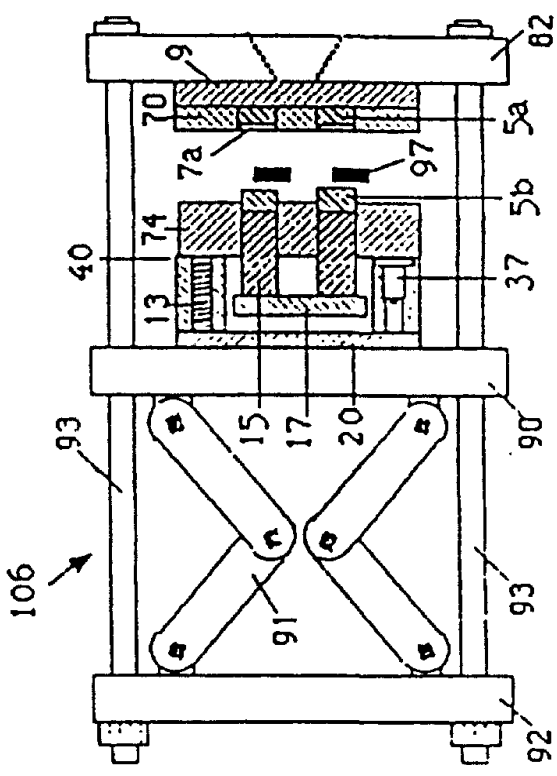


图 8

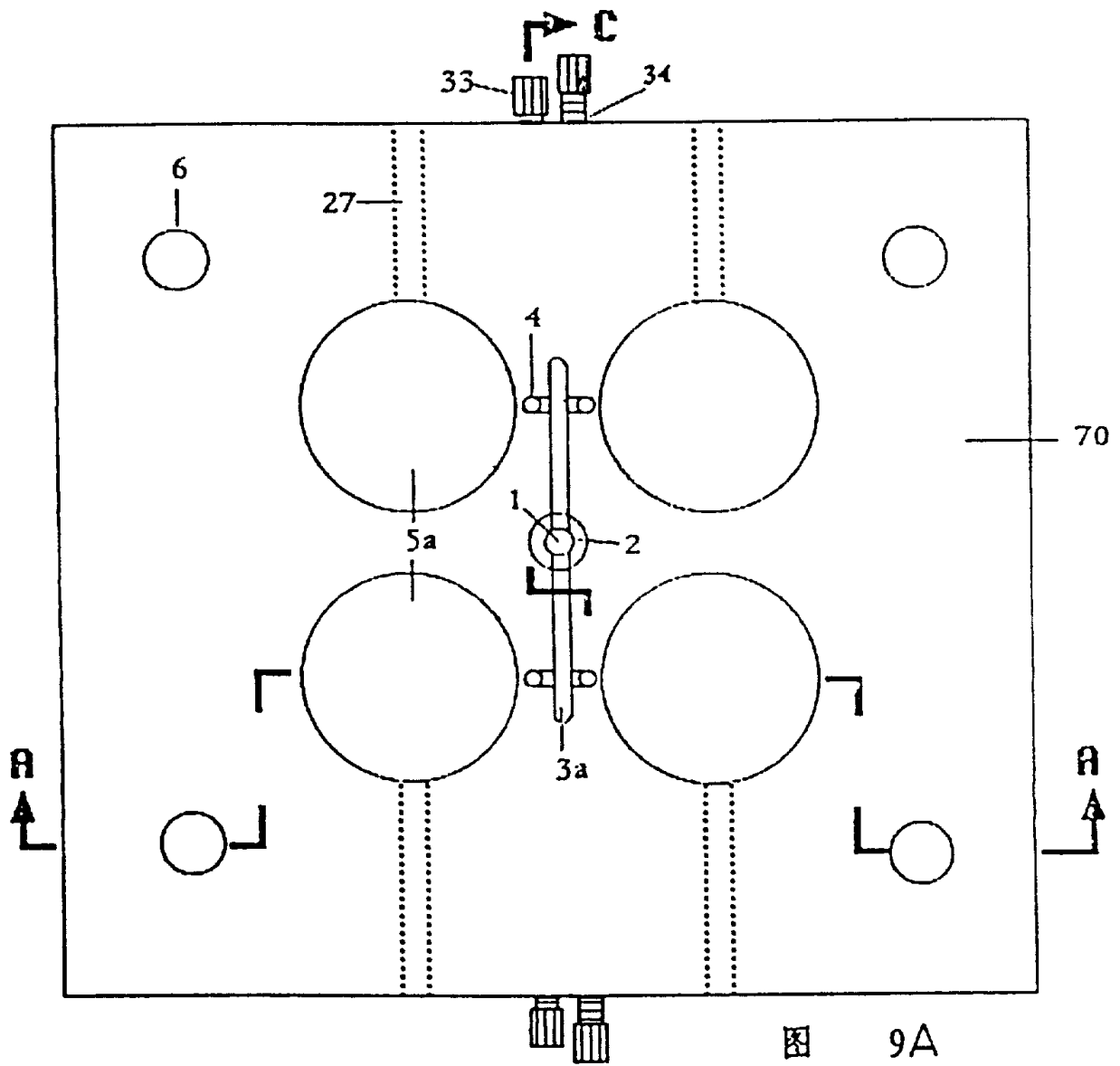


图 9A

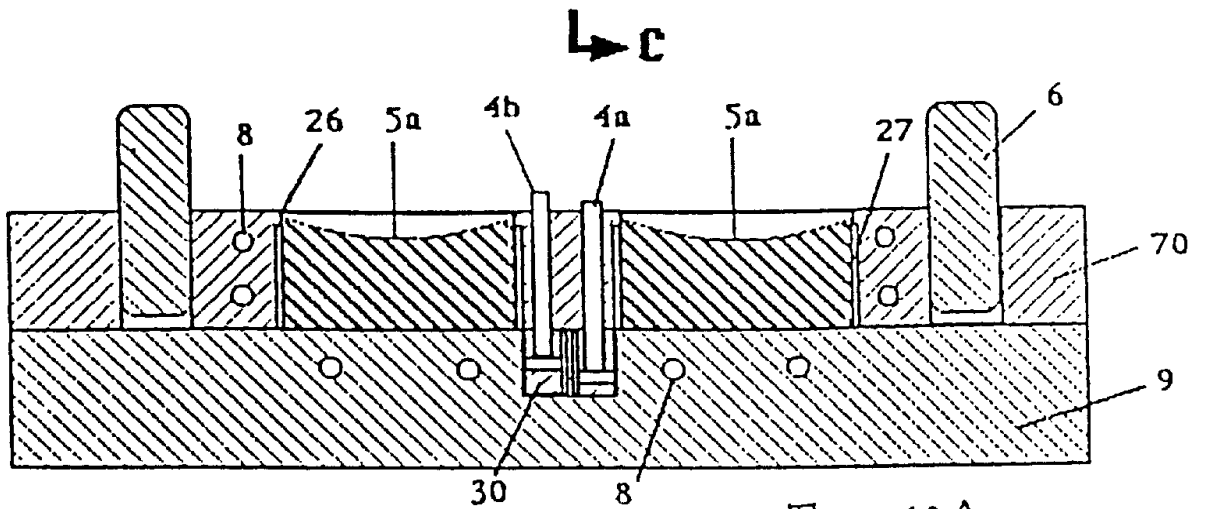


图 10A

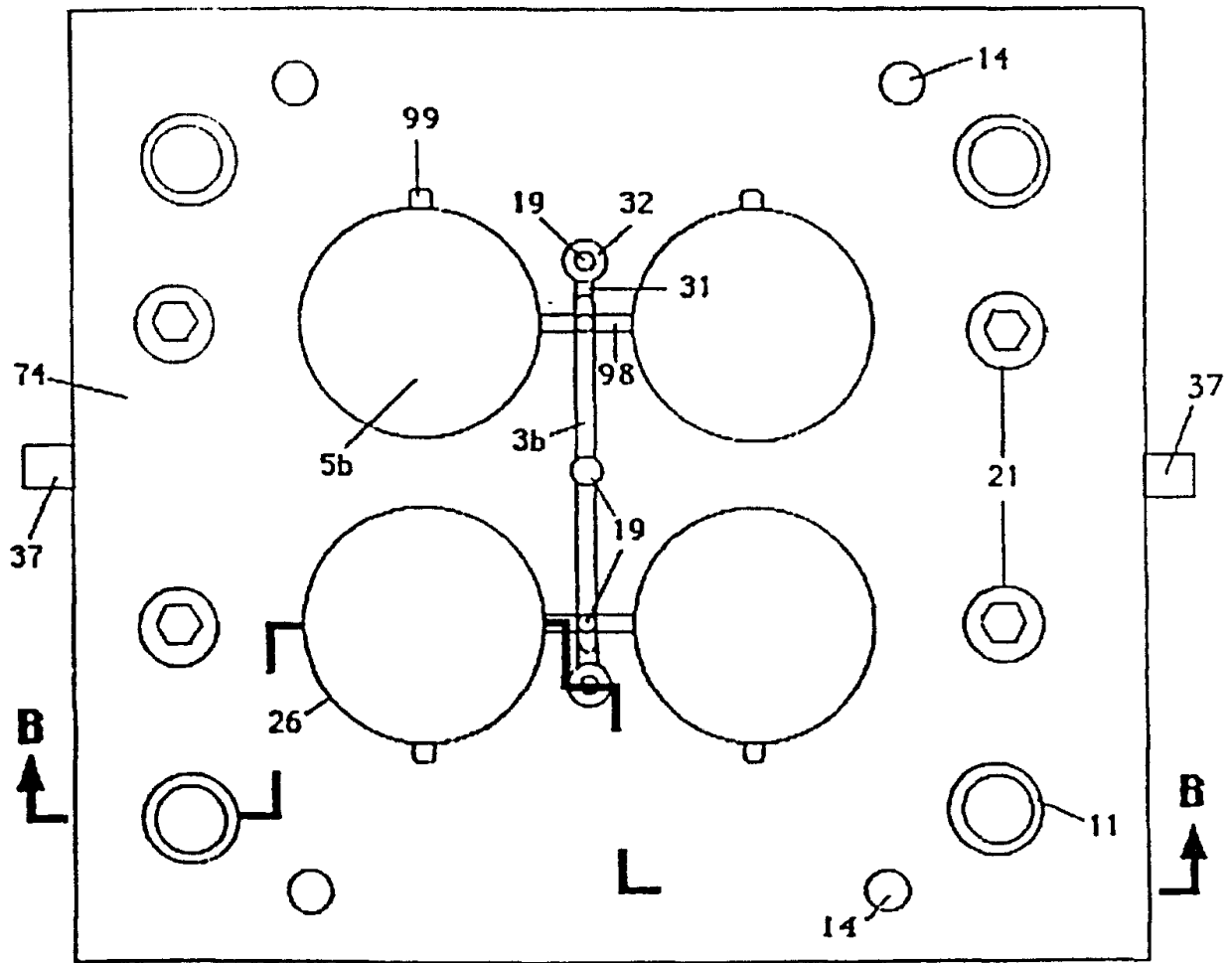


图 9B

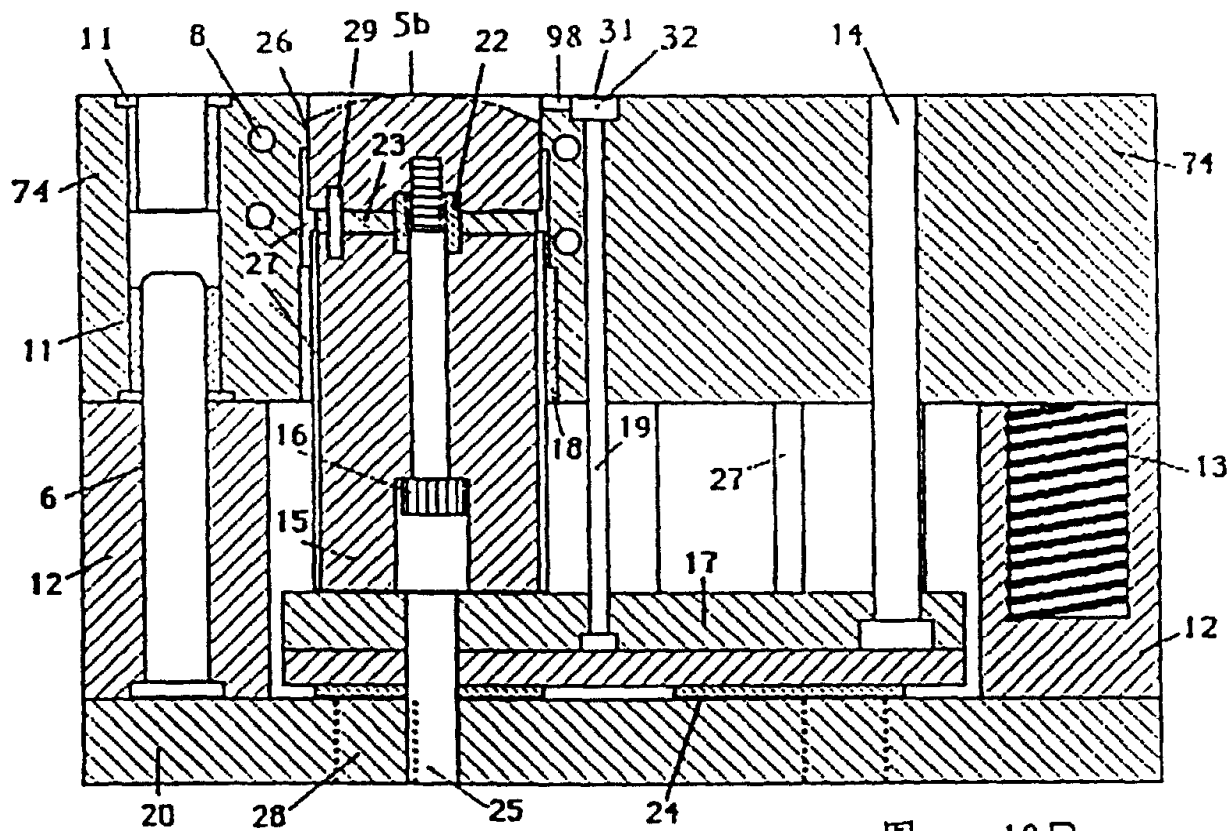


图 10B

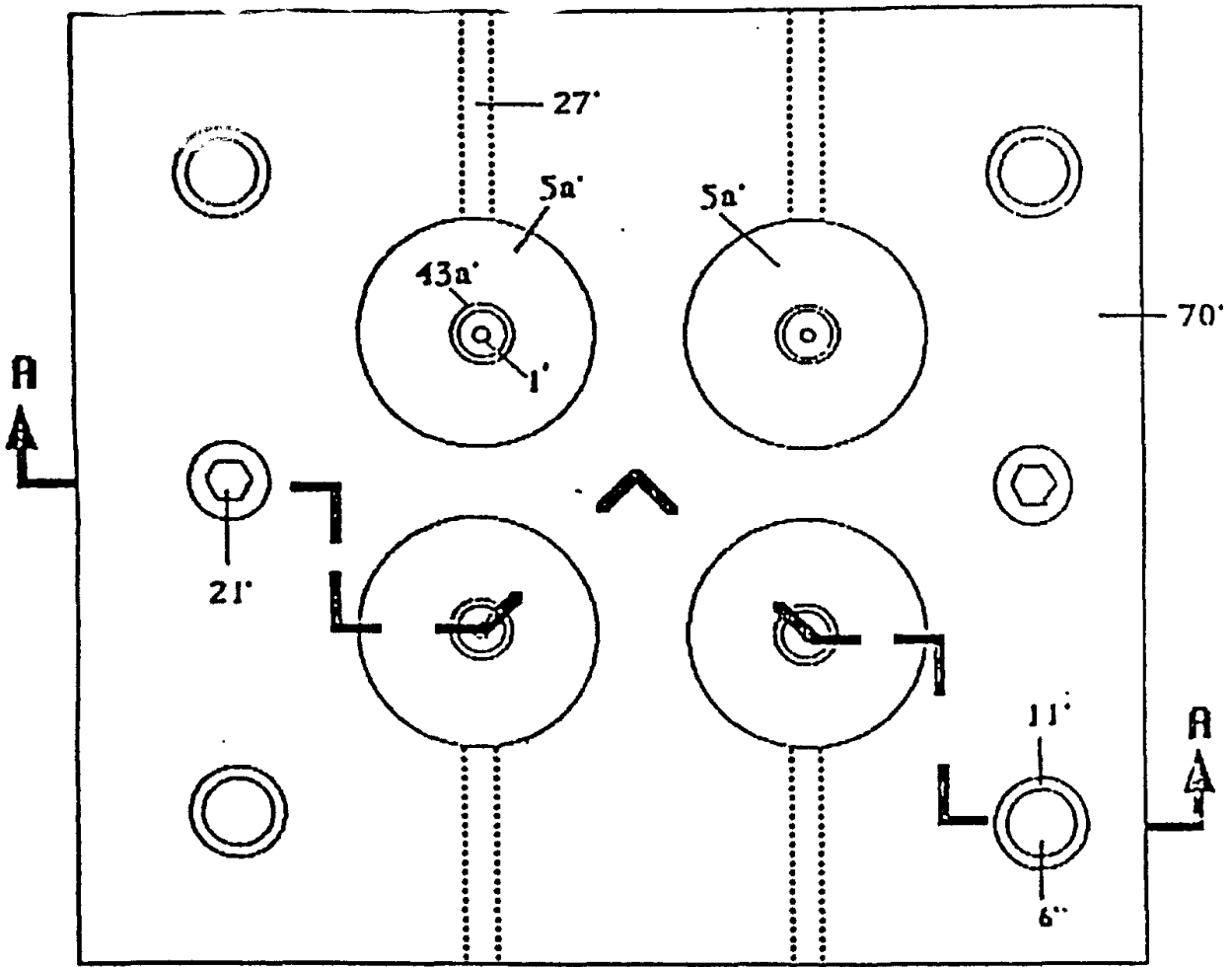


图 11A

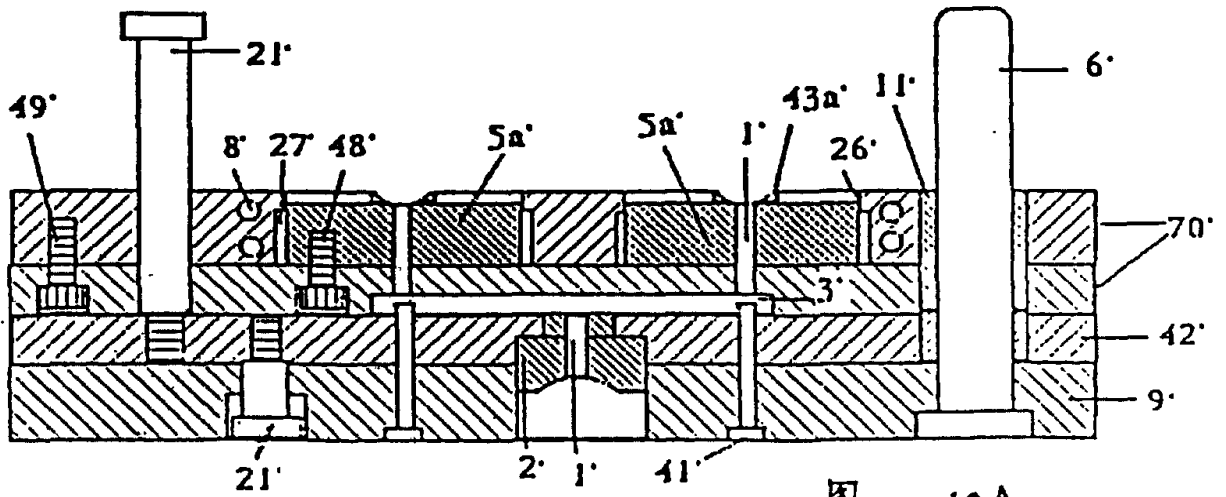


图 12A

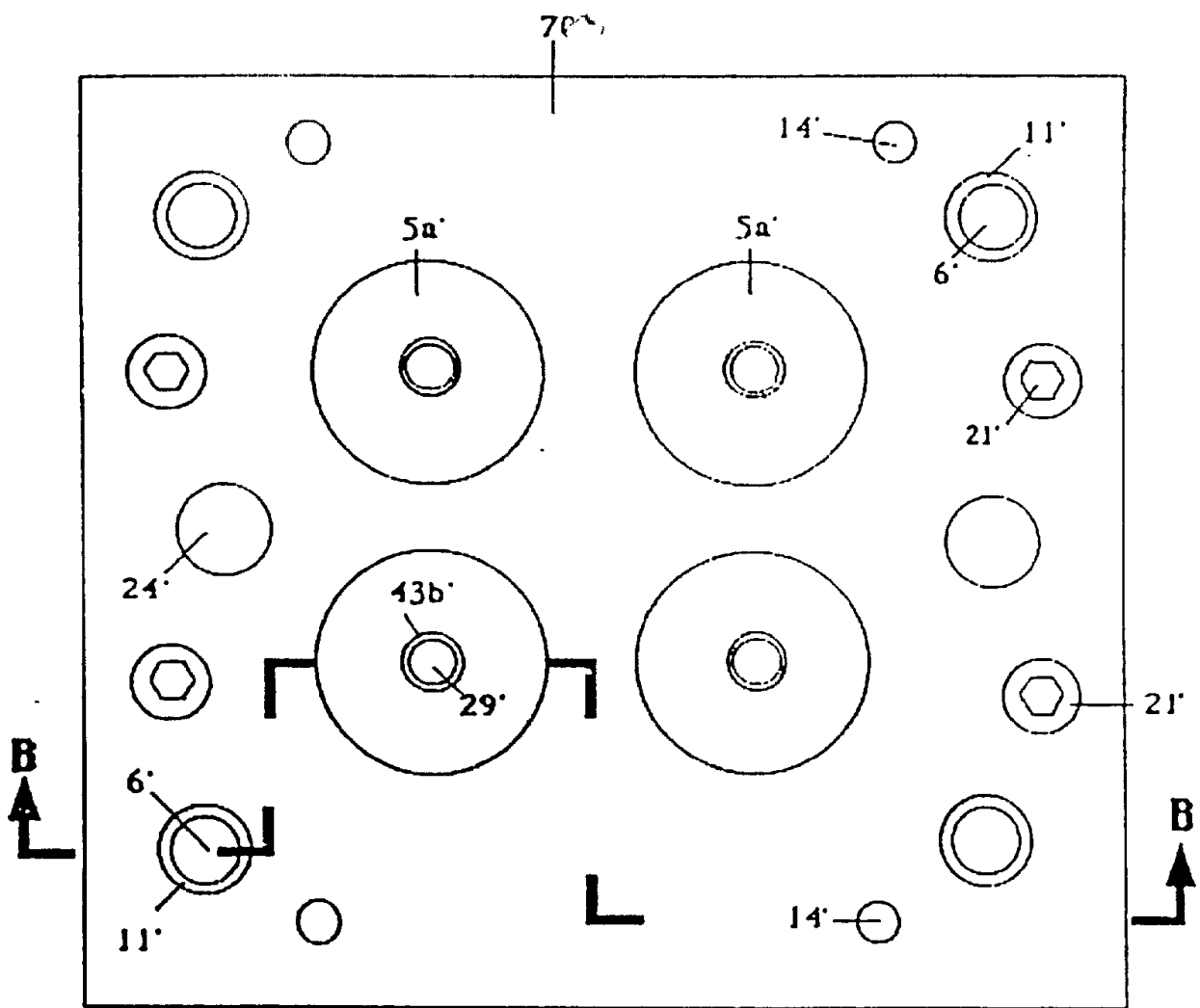


图 11B

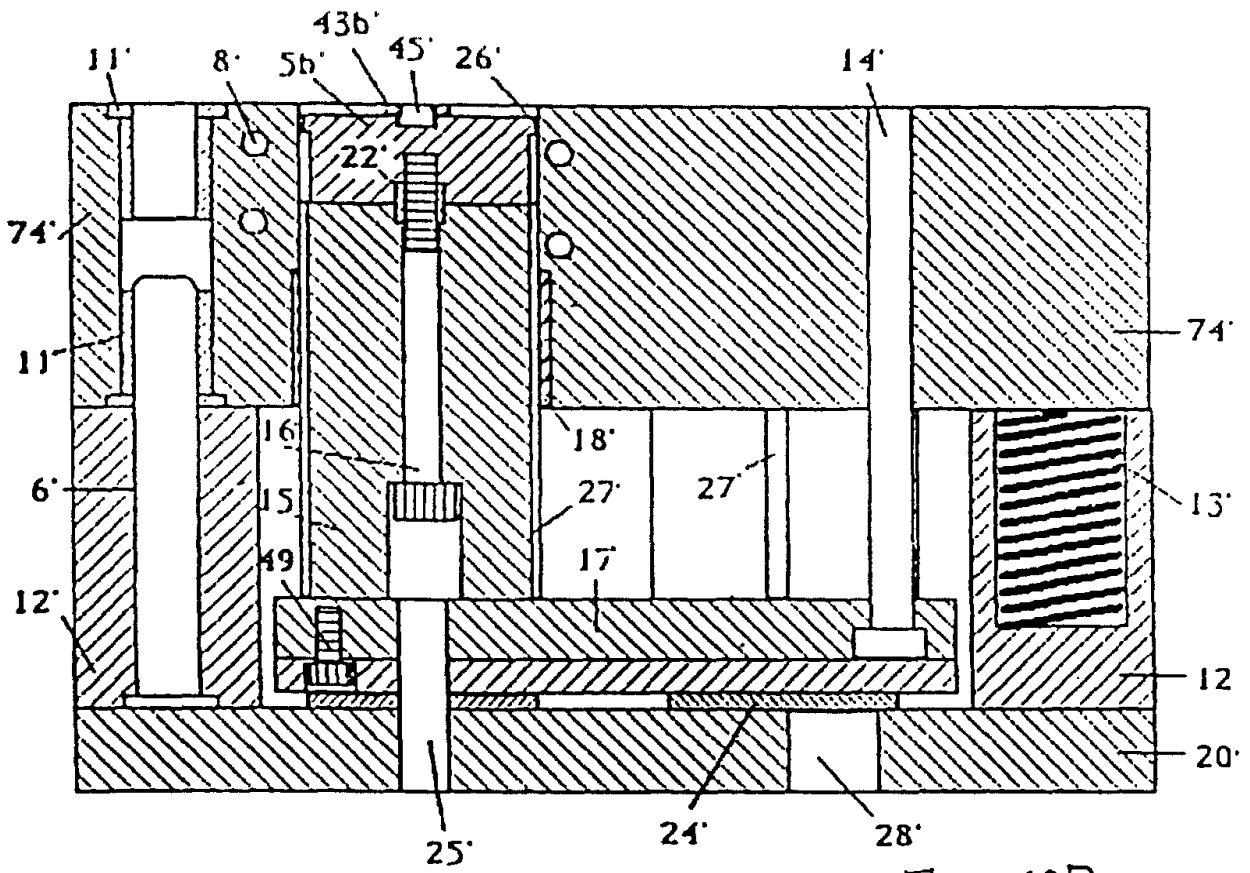


图 12B

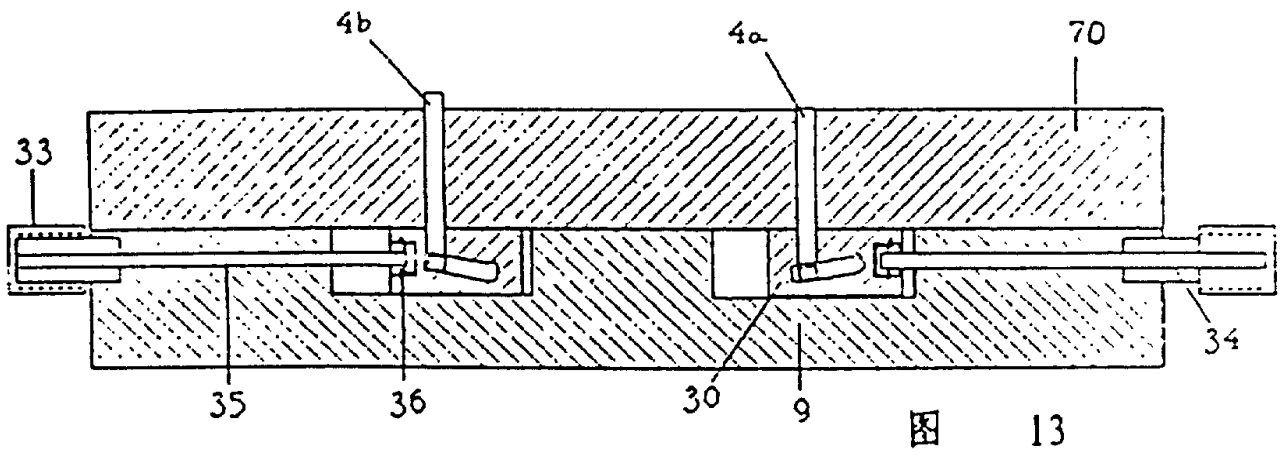


图 13

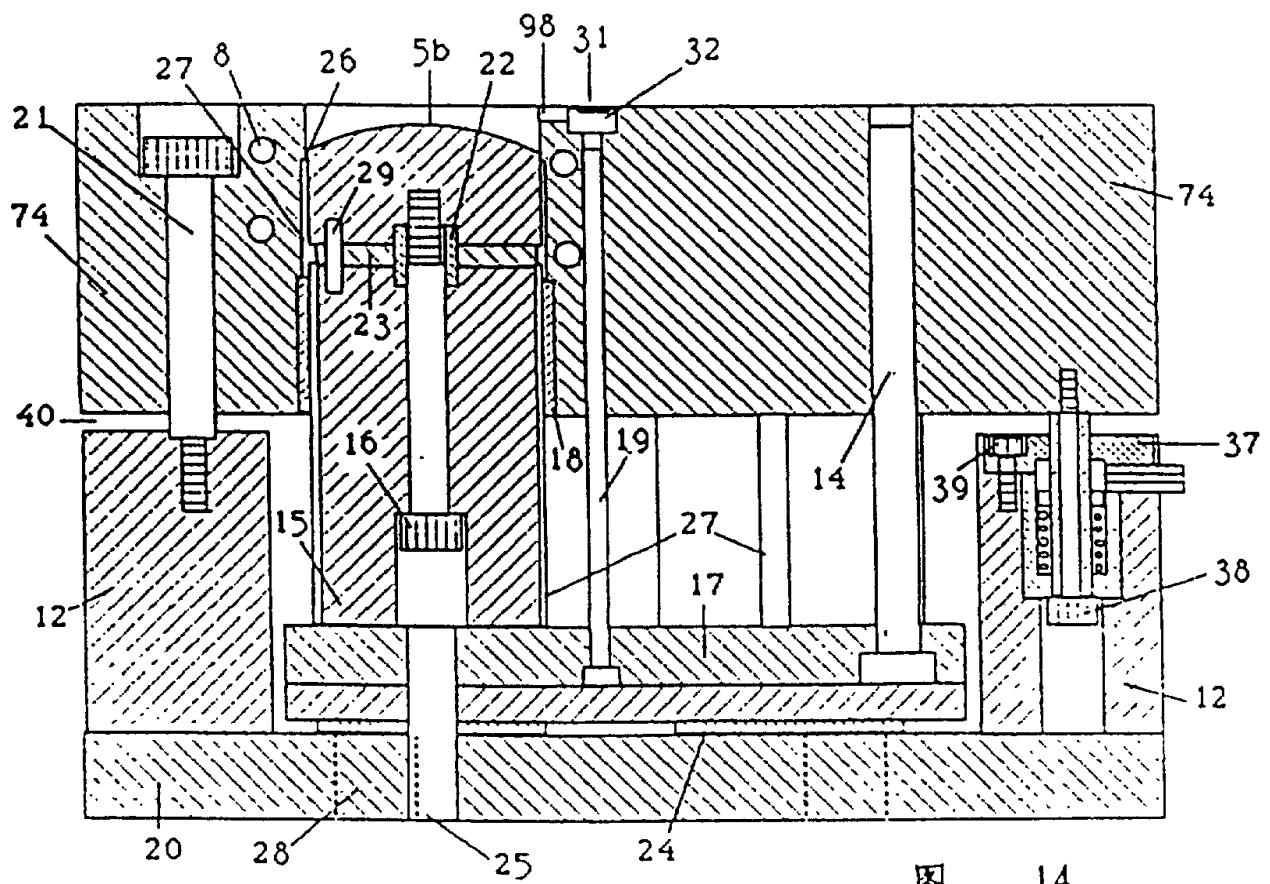


图 14

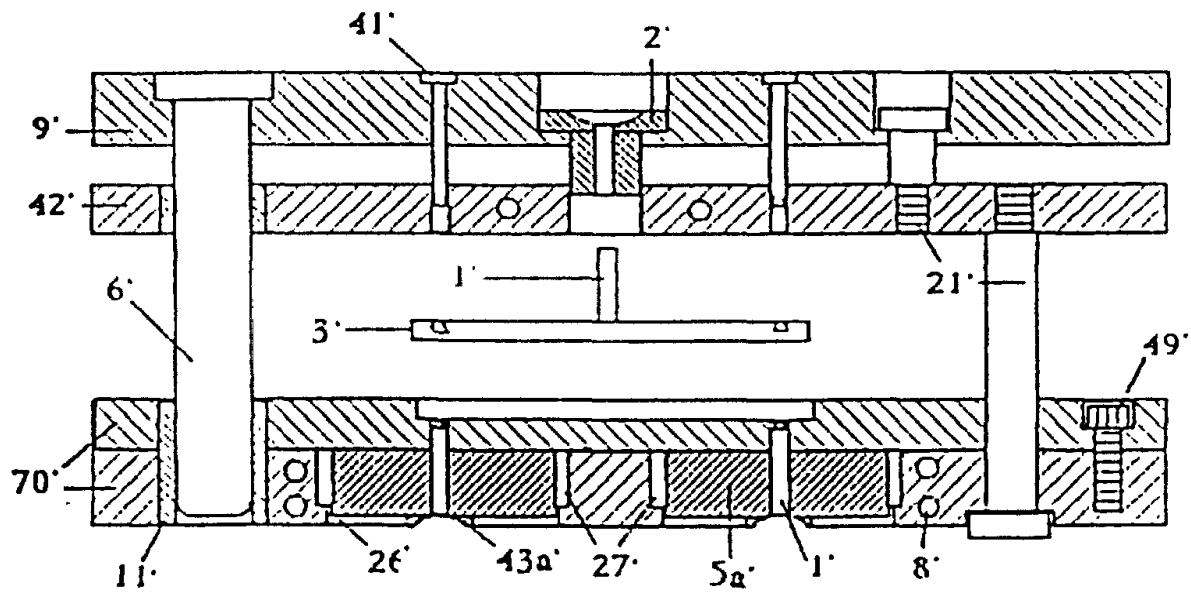


图 16

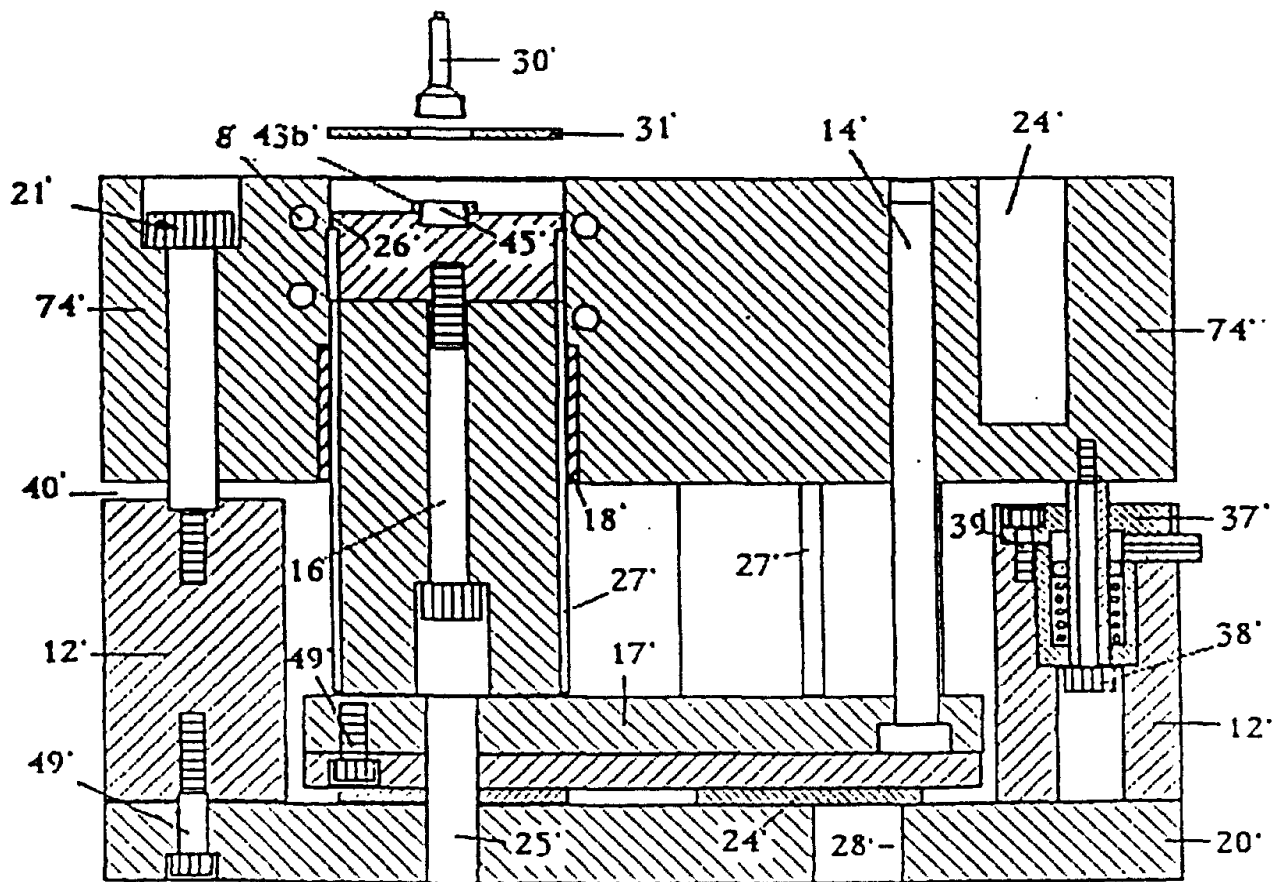


图 15

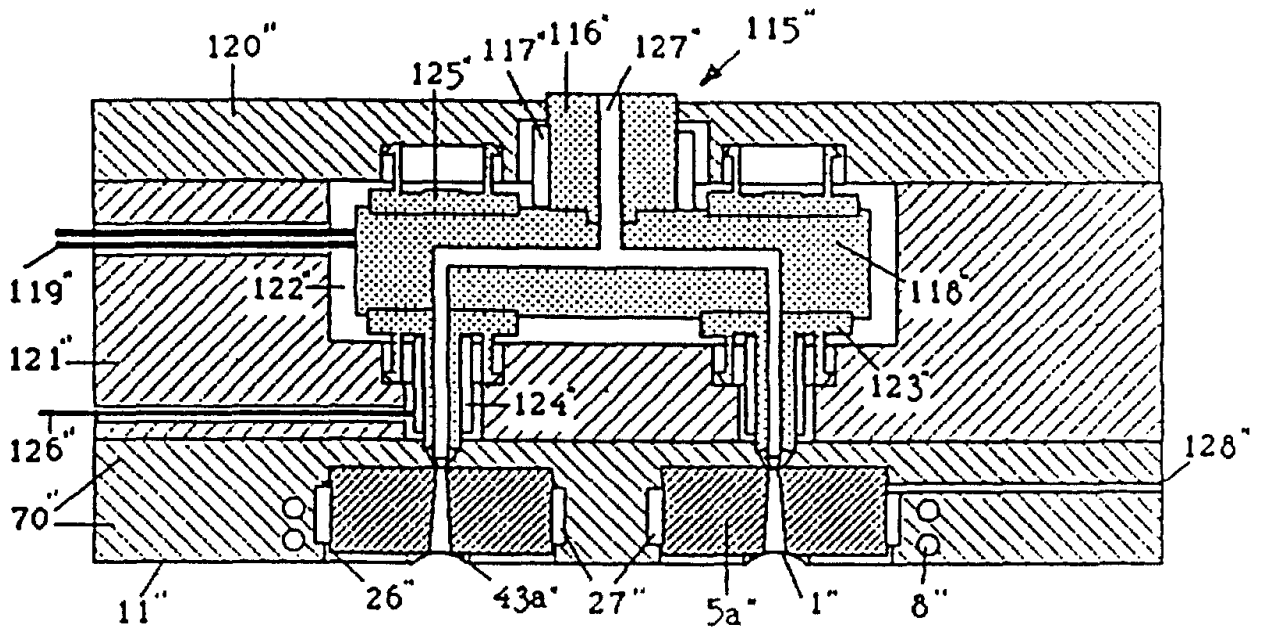


图 17

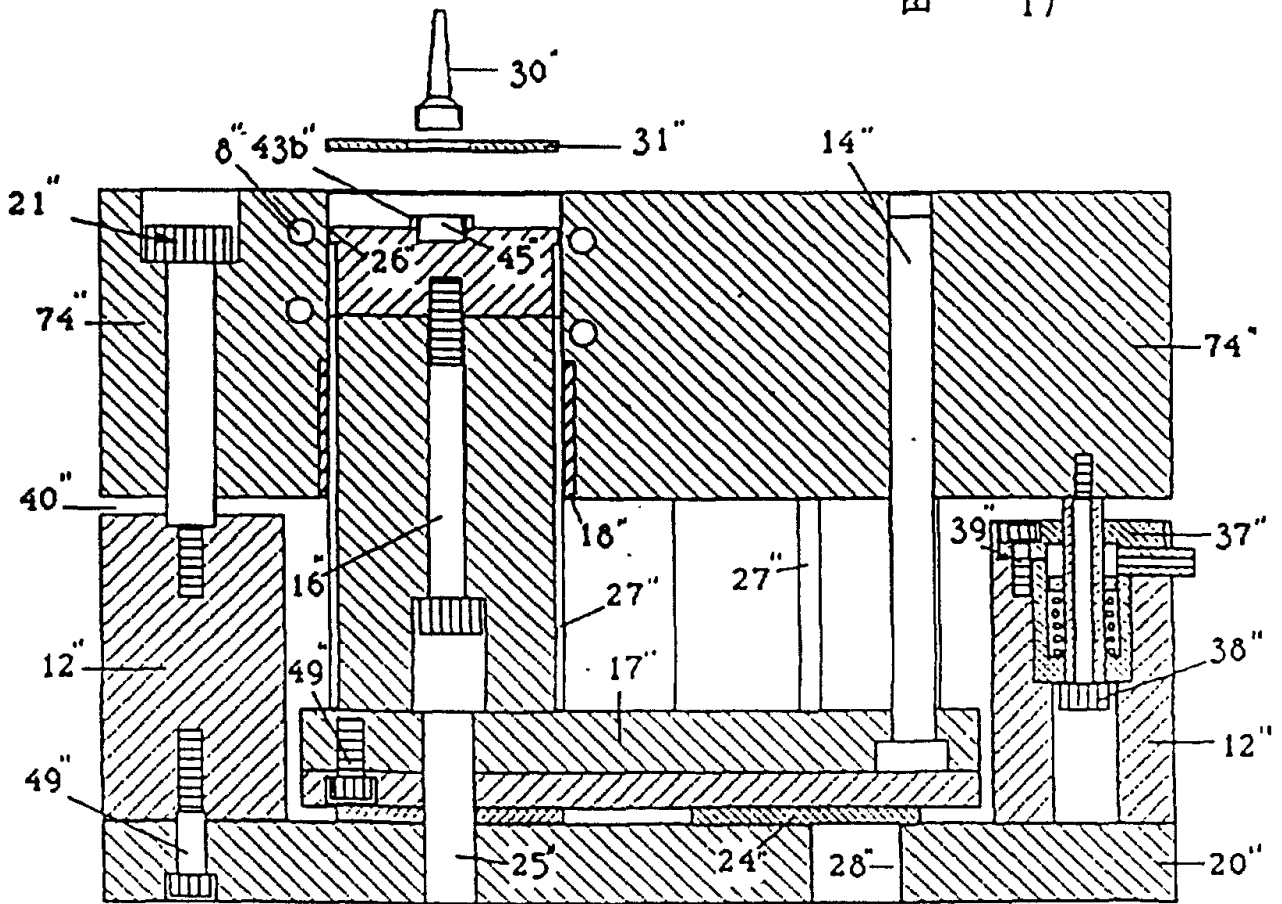
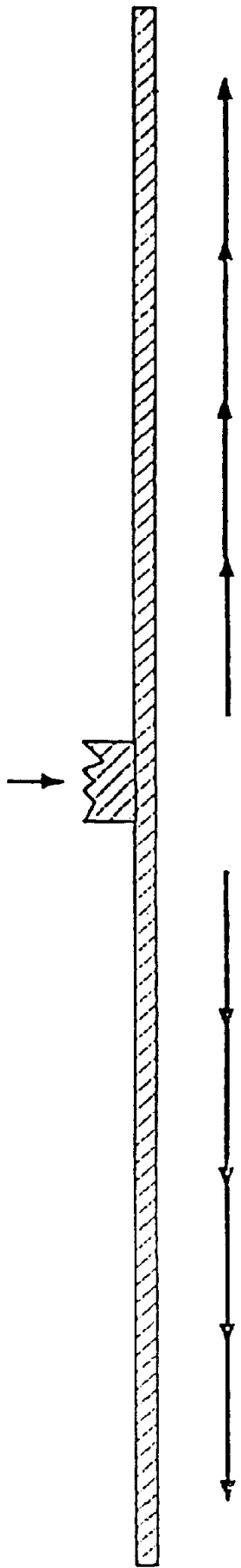


图 18



= 50:1

图 19

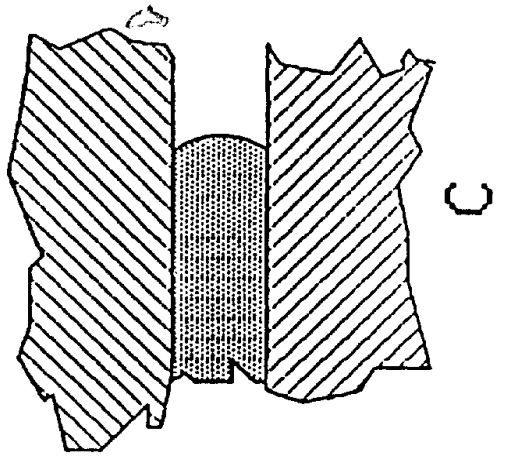
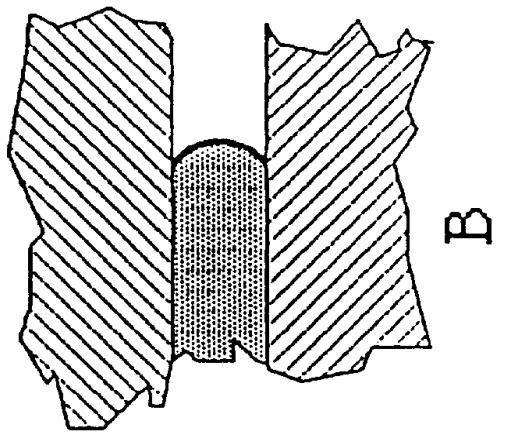
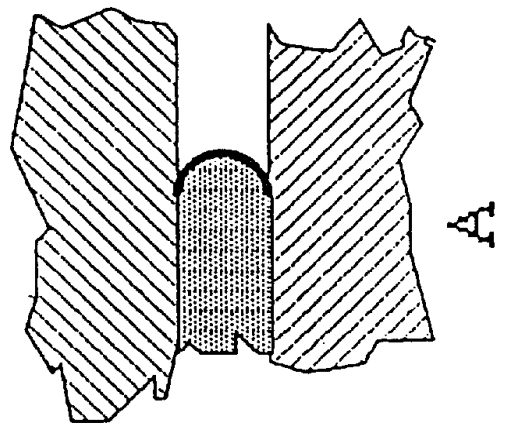


图 20