

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98809974.8

[45] 授权公告日 2002 年 8 月 14 日

[11] 授权公告号 CN 1089041C

[22] 申请日 1998. 10. 7

[21] 申请号 98809974.8

[30] 优先权

[32] 1997. 10. 7 [33] US [31] 60/061,238

[86] 国际申请 PCT/CA98/00938 1998. 10. 7

[87] 国际公布 WO99/17894 英 1999. 4. 15

[85] 进入国家阶段日期 2000. 4. 7

[73] 专利权人 科西马国际公司

地址 加拿大安大略

[72] 发明人 弗兰克·A·霍顿

[56] 参考文献

DE4322711A 1995. 1. 19 \_

EP0610783A 1994. 8. 17 \_

FR2535987A 1984. 5. 18 \_

US5481892A 1996. 1. 9 \_

审查员 师朝阳

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所

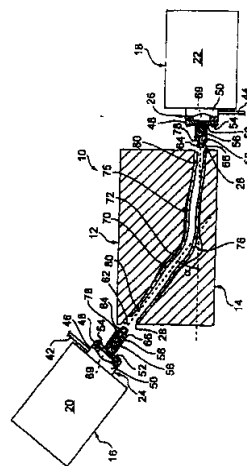
代理人 何腾云

权利要求书 6 页 说明书 9 页 附图页数 5 页

[54] 发明名称 液压成型的弯角管件的制造方法和装置

[57] 摘要

一种液压成型弯角管件的方法,它包括:将弯角金属管坯安放在大体相应的弯角形模腔内,该管坯具有外表面,其中该外表面在该管坯的弯角部处具有大致位于该管坯相反两侧上的凹表面部和凸表面部;密封管坯的相反两端;向管坯内部供应高压流体;因供应高压流体而胀大管坯,使之与限定该模腔的表面的形状吻合;对至少管坯一端施力以造成金属材料在管坯内流动,从而将管坯壁厚保持在一个预定范围内,其中与对纵向对准管坯凹表面部的管坯部施加的力的大小相比,对纵向对准该管坯凸表面部的管坯部施加更大的力,从而与靠近凹表面部的管坯部相比地造成更多的金属材料流向靠近相邻该凸表面部的管坯部,从而在靠近凹表面部的管坯部上限制了褶皱的形成。揭示了一种被用来实施上述方法的液压成型模具装置以及一种通过该方法和装置制成的弯角管件。



ISSN 1008-4274

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种液压成型弯角管件的方法，该弯角管件具有至少成  $30^\circ$  角的第一、第二轴线部分，它包括：

将弯角金属管坯（70）安放在大致相应的弯角形模腔内，该管坯（70）具有外表面，其中该外表面在该管坯的弯角部处具有大致位于该管坯相反两侧上的凹表面部和凸表面部；

密封管坯的相反两端；

向管坯内部供应高压流体；

因供应高压流体使管坯胀大，使其与限定该模腔的表面的形状吻合；

对至少管坯一端施力以造成金属材料在管坯（70）内流动，从而将管坯壁厚保持在一个预定范围内，其特征在于：与对纵向对准管坯（70）凹表面部（75）的管坯部施加的力的大小相比，对纵向对准该管坯凸表面部（76）的管坯部施加更大的力，从而与靠近凹表面部（75）的管坯部相比地造成更多金属材料流向靠近相邻该凸表面部（76）的管坯部，从而在靠近凹表面部的管坯部上限制了褶皱的形成。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述施力是通过对管坯（70）两端施力。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，施加于纵向对准管坯凸表面部（76）的管坯部上的更大的力被精确地施加在该管坯两端的弧形边缘上。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述施力通过只对管坯（70）一端施力而完成。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，施加于纵向对准管坯凸表面部（76）的管坯部上的更大的力被精确地施加在该管坯（70）一端的一弧形边缘上。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在插入之前，

该方法包括弯曲一个基本是直的管坯以使该管坯具有其弯角形状。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，施加于纵向对准管坯凸表面部（76）的管坯管上的力大于施加于纵向对准上述管的凹面部分（75）的金属管坯部上的力，是借助于管端接合结构（66）施加的，该结构与纵向对准管的凸面部分（76）的金属管坯一端部接触，并离开金属管坯的纵向对准管坯（70）的凹面部分（75）的一端部分。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，它还包括在该管坯的一端部上，在其纵向对准该凹表面部的部位上形成了凹槽（80），以限制金属材料流向靠近该凹表面部的该管坯部。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，它包括在从模腔中取出成型管坯（70）之后切掉包括该凹槽（80）在内的管坯端部的步骤。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，在两端部上，在上述部位都形成凹槽（80），并且如上所述地切掉包括这样的凹槽的两端部。

11. 一种用于成形弯角管件的液压成型模具装置，该弯角管件具有至少成  $30^\circ$  角的第一、第二轴线部分，它包括：具有模具部件的模具（12），所述模具部件包括配合而限定出弯曲金属管坯（70）要放入的弯角模腔的模具表面，所述金属管坯的外表面在其相反侧面上有凹表面部（75）和凸表面部（76）；

第一和第二压头组件（16、18），它们具有各自的第一和第二有关的管端接合结构（66），所述管端接合结构设置在该模腔的相反端上，管端接合结构被制造和布置成能被插入该模腔的相反端内；

该管端接合结构具有用于接触放在模腔内的金属管坯的

相反端的管端接合表面 (67); 该管端接合结构还包括被建造和布置成能够向金属管坯内部供应液压成型流体的孔;

该压头组件还包括一个被建造和布置成能够提高供给金属管坯内部的液压成型流体的压力的流体加压系统, 其中压力应高到足以胀大金属管坯而使其与限定该模腔的模具表面的形状相吻合;

至少其中一个管端压接结构可以通过有关的压头组件移动, 从而被迫与金属管坯相反端中的一端接触以便在该管端压接结构之间纵向挤压金属管坯, 造成金属材料在胀大金属管坯的过程中纵向流动以便将金属管坯壁厚保持在一所需范围内; 其特征在于:

至少一个活动的管端接合结构这样建造和布置使其管端接合表面, 即与对施加在纵向对准管坯凹表面部的金属管坯那一端局部上的力的大小相比, 对纵向对准金属管坯凸表面部 (76) 的金属管坯那一端局部施加更大的力, 从而与纵向流向该金属管坯凹表面部 (75) 的金属量相比地造成更多的金属纵向流向该金属管坯的凸表面部, 以及, 其中上述压力增至大于 2000 大气压, 使上述金属管坯的直径膨胀原直径的 10%, 而上述金属的管坯的上述部分的壁厚则保持在原壁厚 10% 以内。

12. 一种用于成形弯角管件的液压成型模具装置, 该弯角管件具有至少成  $30^\circ$  角的第一、第二轴线部分, 它包括: 具有模具部件的模具 (12), 所述模具部件包括配合而限定出弯曲金属管坯 (70) 要放入的弯角模腔的模具表面, 所述金属管坯的外表面在其相反侧面上有凹表面部 (75) 和凸表面部 (76);

第一和第二压头组件 (16、18), 它们具有各自的第一和第二有关的管端接合结构 (66), 所述管端接合结构设置在该模腔的相反端上, 管端接合结构被制造和布置成能被插入

该模腔的相反端内；

该管端接合结构具有用于接触放在模腔内的金属管坯的相反端的管端接合表面（67）；该管端接合结构还包括被建造和布置成能够向金属管坯内部供应液压成型流体的孔；

该压头组件还包括一个被建造和布置成能够提高供给金属管坯内部的液压成型流体的压力的流体加压系统，其中压力应高到足以胀大金属管坯而使其与限定该模腔的模具表面的形状相吻合；

至少其中一个管端压接结构可以通过有关的压头组件移动，从而被迫与金属管坯相反端中的一端接触以便在该管端压接结构之间纵向挤压金属管坯，造成金属材料在胀大金属管坯的过程中纵向流动以便将金属管坯壁厚保持在一所需范围内；其特征在於：

至少一个活动的管端接合结构这样建造和布置使其管端接合表面，即与对施加在纵向对准管坯凹表面部的金属管坯那一端局部上的力的大小相比，对纵向对准金属管坯凸表面部（76）的金属管坯那一端局部施加更大的力，从而与纵向流向该金属管坯凹表面部（75）的金属量相比地造成更多的金属纵向流向该金属管坯的凸表面部，以及，其中上述压力增至大于 2000 大气压，使上述金属管坯的直径膨胀原直径的 10%，而上述金属的管坯的上述部分的壁厚则保持在原壁厚 10% 以内，以及，上述管端结合表面离开金属管坯的纵向对准金属管坯的凸表面部的上述一端部分。

13. 如权利要求 11 所述的液压成型模具装置，其特征在於，该管端接触表面（66）是一个环形面，其中管端接触表面的 22%-44% 位于所述接触区域内。

14. 如权利要求 11 所述的液压成型模具装置，其特征在於，接触纵向对准该金属管坯凸表面部的金属管坯部（70）的管端接触表面（66）的一部分（67）包括位于一平面内的

大致成弧形的表面部，其中与纵向对准金属管坯凹表面部的金属管坯部隔开的管端接触表面的一部分包括位于该平面外的大致成弧形的表面部。

15. 如权利要求 11 所述的液压成型模具装置，其特征在于，纵向模腔的一端确定出第一纵轴线，该纵向模腔的相反端确定出相对第一纵轴线至少倾斜 30 度的第二纵轴线，该金属管坯 (70) 相对金属直管坯倾斜至少 30 度。

16. 如权利要求 11 所述的液压成型模具装置，其特征在于，两个管端接合结构都可以移动而被迫与各自的金属管坯 (70) 相反端配合，从而在它们之间纵向挤压金属管坯。

17. 如权利要求 11 所述的液压成型模具装置，其特征在于，这两个管端接合结构被建造和布置成这样，即与对纵向对准凹表面部 (75) 的金属管坯部 (70) 施加的力的大小相比，对纵向对准凸表面部 (76) 的金属管坯那一端的局部施加更大的力。

18. 一种用于液压成型弯角部件的液压成型模具装置，该弯角管件具有至少成  $30^\circ$  角的第一、第二轴线部分，它包括：一个限定出弯角模腔的模具 (12)；

设置在该模具相反端上的并具有被建造和布置成能够接触待液压成型的金属管坯的相反端的管端接合结构的压头组件 (16、18)，该管端压接组件设置了可通过其给要液压成型的金属管坯 (70) 的内部供应加压流体的孔；

至少其中一个管端接合结构可以相对另一个管端接合结构移动并被迫接触金属管坯的一端；

至少其中一个管端接合结构具有一个管端接触表面，部分管端接触表面位于公用平面内并大致对准构成金属管坯凸表面部的模腔部，所述管端压接结构部被建造和布置成能够接触纵向对准该金属管坯凸表面部的金属管坯端部；其特征在于：

该管端接触表面的其它部分位于该公用平面外并对准了构成一金属管坯凹表面部的模腔部，使得至少上述一个管端接合部离开金属管坯（70）的纵向对准金属管坯（70）的上述凹表面部的上述端部。

# 说明书

## 液压成型的弯角管件的制造方法和装置

### 发明领域

本发明涉及液压成型。确切地说，本发明涉及一种用于制造液压成型的无褶皱弯角管件的制造方法和装置。

### 发明背景

在此所考虑的弯角管件是汽车部件，确切地说，它们是汽车组件的一部分如车架和轮脚架。部件可以是一个框架件、横梁、侧梁、A柱等。

在过去，如果在此所述的弯角部件被制成其弯角大于 30 度的管形，则这样的弯角部件需要将一个加强托架焊接到弯管段的突起部上以加强在弯管段突起部处的薄壁的强度。将加强托架焊接到其突起部薄壁需要加强托架的管弯段上，这给最终部件增加了材料费和不希望的重量。人们总是希望通过改进的制造方法和装置来更经济地使汽车部件更加轻巧。

这些部件可以具有大壁厚的金属管坯制得更为坚固。然而，在这种情况下，在管上往往在弯曲凹部上聚集出现所不希望的皱褶。这样地形成皱褶在高压液压成型设备中（例如大于 2000 大气压）尤其成为问题，其中管坯直径被胀大 10%，而壁厚则保持在管坯原来壁厚的 10% 以内。

美国专利 US NO 5,481,892 中描述了一种弯角部件的通常的液压成型设备，该专利公开了一种设备，它在液压成型期间，与金属管坯的相对两端接合，它根本不能适应防止在弯曲的凹部发生皱褶的要求。

DE A 4 322 711 系关于液压成型弯管的通常的液压成型工艺，它也根本不能防止在弯曲的凹部发生皱褶。

法国专利 FR-A-2535 987 公开了一种液压成型设备，它的管端接合结构包括有铰接件，它们能纵向对准管的膨胀成球状的各部分，对管坯各部施加较大的力。

该专利内含的基本思想是对要膨胀成球状的部分施加附加力。然而，该专利中所公开的设备只能在局部区域使该管坯膨胀。该专利不能克服使管件弯曲大于 30 度所遇到的各种困难，与弯曲的凸部相对的弯曲凹部易于局部聚集皱折是大家公知的，而这种局部皱折问题在此专利中是不存在的，在此专利中也未曾以任何方式提出。

此外，即使是对于如法国专利 '987 中的特殊问题，此专利也通过提供一种复杂的铰接管端接合结构而提供一种较为复杂的方案。

#### 发明概述

本发明的目的是克服上述缺陷，提供一种液压成型的弯角管件的制造方法和装置，其能够减少所使用的材料，使重量减轻，从而使汽车部件更加轻巧。同时，可以防止在弯曲的凹部产生皱褶。

可以通过这样一种液压成型一弯角管件的方法来克服现有技术的缺陷，所述方法包括：将一弯角金属管坯安放在大致相应的角形模腔内，该管坯具有外表面，其中该外表面在该管坯的弯角部处具有大致位于该管坯相反两侧上的凹表面部和凸表面部：密封管坯的相反（相对）两端；向管坯内部供应高压流体；因供应高压流体而胀大管坯，从而使其与限定该模腔的表面的形状吻合；对至少管坯一端施力以造成金属材料在管坯内流动，以将管坯壁厚保持在一个预定范围内，其中与对纵向对准管坯凹表面部的管坯部施加的力的大小相比，对纵向对准该管坯凸表面部的管坯部施加更大的力，从而与靠近凹表面部的管坯部相比造成更多金属材料

流向靠近相邻该凸表面部的管坯部，从而在靠近凹表面部的管坯部上限制了褶皱的形成。

根据本发明的原理，提供一种用于成形弯角管件的液压成型模具装置，它包括：具有模具部件的模具，所述模具部件包括互相配合而限定出放入弯曲金属管坯的弯角模腔的模具表面，所述金属管坯的外表面包括凸表面部和在其相反侧面上的凹表面部；第一和第二压头组件，它们具有各自的第一和第二有关的管端压接结构，所述管端压接结构设置在该模腔的相对端上，管端压接结构被制造和布置成能被插入该模腔的相对端内；该管端压接结构具有用于接触放在模腔内的金属管坯的相对端的管端接触表面；该管端压接结构还包括被建造和布置成能够向金属管坯内部供应液压成型流体的孔；该压头组件还包括被建造和布置成能够提高供给金属管坯内部的液压成型流体的压力的流体加压系统，其压力应高到足以胀大金属管坯而使其与限定该模腔的模具表面的形状相吻合；至少其中一个管端压接结构可以通过有关的压头组件移动，从而被迫与金属管坯相反端中的一端接触以便在该管端压接结构之间纵向挤压金属管坯，造成金属材料在胀大金属管坯的过程中纵向流动以便将金属管坯壁厚保持在所需范围内；至少一个活动的管端压接结构这样建造和布置使其管端接触表面，与对施加在纵向对准管坯凸表面部的金属管坯那一端局部上的力的大小相比，对纵向对准金属管坯凸表面部的金属管坯那一端局部施加更大的力，从而造成比纵向流向该金属管坯凹表面部的金属更多的金属纵向流向该金属管坯的凸表面部。

根据本发明的另一方面，提供一种适用于构成一刚性汽车组件的一部分如汽车车架组件等的汽车部件，所述汽车部件是由一个具有预定壁厚和预定圆周尺寸的圆筒形坯料构成的；圆筒形坯料接受弯曲和液压成型，从而产生其中心弯曲

段至少为 30 度的管壁和相反端的弯角部；该中心弯曲段具有约超过圆筒坯料预定圆周尺寸的 10% 的圆周尺寸；中心弯曲段包括无褶皱的凹陷部和壁厚在圆筒坯料预定壁厚的  $\pm 10\%$  范围内的突起部。

#### 图面简介

图 1 是液压成型系统的局剖示意图，示出根据本发明工作原理置于下模部中的弯曲管坯；

图 2 是根据本发明的液压压头的管接合部的透视图；

图 3 与图 1 相似，示出被密封地插入管坯相对端内的液压系统；

图 4 是液压压头与管坯之间的界面的放大截面图；

图 5 与图 3 相似，示出为下次液压成型步骤而准备的充满水的弯曲管子；

图 6 是与图 5 相似，示出在液压成型过程中的下一步骤，其中加压水根据本发明使管子膨胀成其最终形状；

图 7 局部剖视地示出根据本发明第二实施例的液压成型系统；

图 8 是表示根据本发明第二实施例的管坯刻槽端的透视图；

图 9 是根据本发明第二实施例示出液压压头与管坯一端之间界面的放大截面图。

#### 发明的详细说明

具体地参见图 1，其中示出液压成型系统 10，它包括液压成型模具 12、一对液压压头组件 16、18。模具 12 包括下模部 14，在图 1 中示意地画出该下模部的横截面。模具 12 基本上是按照 1997 年 8 月 21 日提交的申请 W098/08633 中所述制成的，在此作为参看引入这篇文献，但是在本文中，其所形成的模腔的形状不同。

液压压头组件 16、18 设置在模具 12 的相对端上。压头

组件 16、18 一般包括各自的压头缸筒 20、22、各自的外压头 24、26，它们突出到压头缸筒 20、22 之外。

如图 3 所示，外压头 24 可以移出到压头缸筒 20 外并与待液压成型的管坯 70 的一端 28 密封压接，所述管坯置于下模部 14 内。相似地，外压头 26 可以移动到压头缸筒 22 外，并被建造和布置成接合在和密封管坯 70 的另一端 28（见图 4）。

给压头组件 16、18 供应流体加压增压器，并以液压操作所述组件，以便在根据传统液压成型系统的管坯胀大过程中纵向挤压管坯。或者，我们考虑到液压成型系统 10 可具有阀装置，当压头 24、26 与管端 28 密封接合时，所述阀装置用来控制进入外压头 24 的流体。外压头 24 又将流体，最好是水导入管坯 70 内。

外压头 24、26 分别包括主体部 46 和固定在主体部上的端盖 48。确切地说，各主体部 46 成加强套管部形状，它伸出到压头缸筒 20 或 22 外。各端盖 48 包括被适当的紧固件 50 密封拧紧到主体部 46 远端的圆边上的环形凸缘部 52。各端盖 48 还包括细长管部 56，它与凸缘部 52 成一体并相对各主体部 46 轴向向外延伸。各管部 56 与凸缘部 52 相比具有较小的外直径，且具有大致成圆柱形的外表面，它被制造和布置成在液压成型模腔的各端形成的相应圆柱面 62 的外圆周密封面，而上下模此时处于封闭状态（即当上模部降低到下模部 14 上）。

如图 2 所示，端盖 48 的终点是喷嘴部 64，它与管部 56 成一体并突出到管部 56 外。喷嘴部 64 大致成管形并且与管部 56 相比具有缩小的外直径。径向延伸的环形边缘面 66 位于管部 56 与喷嘴 64 之间。边缘面具有局部的环形部 67，它构成了管接合表面部，所述表面部被制造和布置成在液压成型操作中密封接合管坯 70 的一端 28。边缘面 66 还包括

刻槽或切口表面部 78, 在表面部 67 接合时延伸远离所述管端 28。局部环形表面部 67 在角部 79 转变成切口部或刻槽部 78。

各喷嘴部 64 有圆柱形外表面, 它被制造和布置成可借摩擦容放在管端内、并可滑动地接合在管端的内圆柱表面部, 使管端在高压液压成型过程中被密封住。纵向孔 69 穿过各端盖 48 并被制造和布置成使来自外压头 24 (或至少是外压头之一) 的高压流体与管坯 70 的内区流通。

当上模部下降到下模部 14 上时, 由外周模腔面限定并构成了一个胀大模腔 72, 其表面对应于管坯 70 的所需的最终成型形状。对于大多数用途来说, 管坯 70 具有管状横截面并将被液压成型为矩形截面管, 如 W098/08633 所述的那样。因此, 可以认为模腔 72 从在其一端的圆柱形 (如在表面 62) 转变为在其中心部的方形截面。可以在图 1 中看到, 在这样的液压成型装置中, 所需的液压成型部件具有略微弯曲的形状。尤其是, 当液压成型制造要获得对于相对管端的纵向中心线至少为 30 度的弯曲部的部件时, 本发明获得了最大的利益。例如在图 1 中, 角  $\alpha$  大于 30 度。如图 1 所示, 角  $\alpha$  不仅是管子相对直管的倾斜角或弯曲角, 而且也是管子容放模腔的倾斜角。根据本发明, 待液压成型、且在标准的轧制成型过程中被制成直管的管坯 70 被预弯而与模腔 72 的弧形形状适配。预弯操作例如可以在传统的计算机数控 (CNC) 装置中完成。

另外, 液压成型部件要在某些部位与管坯原直径相比最好至少胀大 10%, 并且在某些部位最好至少胀大 20%。为了实现上述管胀大而不出现不理想地减小液压成型部件壁厚, 相对管端 28 因压头 24、26 相互移近而纵向受压。在胀管时纵向挤压管子 70 造成构成管子 70 的金属材料纵向流动, 从而液压成型部件的壁厚保持在原管坯壁厚的 10% 以内。应该

认识到，除非采取某些措施，否则流动金属材料的累积可以出现在弯曲段的凹部 75（看管子外表面时），因为与弯曲段突起部 76 相比，这里较少地需要材料流动。

为了保证形成相对于凹部 75 外形的无褶皱部，开设了成型于外压头 24、26 环形边缘面内的刻槽部 78。确切地说，参见图 3、4，可以看到外压头 24、26 的环形边缘面 66 的部分圆形部分 67 接触管坯 70 端 28。如图所示，刻槽部 78 纵向对准了管子 70 的内凹部 75。由于刻槽部 78 倾斜地离开管端 28 的相邻部、并且没有在压头 24、26 相对迫近时被压在管端 28 上，所以与突起部 76 相比，金属材料没有流向内凹部 75，从而在凹部 74 没有形成褶皱。

再参见图 1，可以看到管子 70 的端部可以设有凹槽 80，这又限制了在纵向对准管子 70 内凹部 75 处金属材料流向管端。凹槽 80 设置得足够靠近管端 28，以构成了在液压成型后被切去的管端的一部分。切去的端部未明显胀大并且在液压成型操作后还保持有基本上成圆形的横截面。

如图 5 所示，液压成型工艺是通过将管子 70 置于下模部 14 内而开始的，接着用外压头 24、26 密封管端。接着，用液压流体充满管子 70，尤其是将以水和油为基本材料的添加剂经部件 42 而引入外压头 24 中，接着使其经孔 69 流入管子 70。因而，流体通过孔 69 与对面的外压头 26 流通，它在这里通过部件 44 被引向下容器。在此过程中，排空管子 70，清除掉几乎所有的气泡并用液压流体完全充满管子，如参考符号 F 所示。在管子充满液体后，使上模部下降到下模部 14 上而形成了封闭的模腔 72。

如图 6 所示，液压流体 F 通过增压器在液压压头组件 16、18 内被加压以开始胀管。在径向胀管的同时，外压头 24、26 相对管子 70 两端部 28 向内相互迫近。当环形凸缘表面 66 迫使管端 28 内移时，构成管子 70 的金属材料沿管子长度纵

向流动，从而在弯曲区域的管径可以胀大至少 10%，而液压成型管坯 70 的壁厚最好保持在原管壁厚的  $\pm 10\%$ 。

应该认识到，由于环形凸缘表面 66 的刻槽部 78 没有被迫接触到管端，所以几乎没有材料沿纵向对准内凹部 75 的管部流动。当刻槽部 78 因材料流动和/或管变形而与管端 28 接触并可能在实际上提高了有关压头与管端的密封效果时，这样的接触将比出现在环形表面部 67 上的力小许多且更晚一些地出现。另外，管坯凹槽部 80 也纵向对准管子内凹部 75 并产生这样的区域，即试图纵向流向弯管内凹部 75 的金属在上述区域内受到限制，从而抑制了金属材料流向内凹部 75。结果，在凹部 75 没有形成褶皱。

边缘面 66 的管接合环形表面部 67 最好占一个完整圆的 80 度-160 度（或约 22%-44%）。管端接合程度是角  $\alpha$ 、凹部 75 的半径和管子 70 直径的函数。角  $\alpha$  越大且弯曲半径越紧密，则管接合环形表面部 67 的压接程度越小。另外，对于大直径管来说，要求更大的压接程度，由此形成了一个更大的接合环形表面部 67。

最好，采用为 2000-3500 大气压的流体压力进行胀管。根据用途，也可以优选地采用为 2000-10000 大气压的压力，尽管可以采用更高的压力。

在管子 70 被制成总体对应于模腔 72 形状的、所需的无褶皱形状后，释放液压，使外压头 24、26 向外离开管端 28 并提升上模部。

刻槽部 78 如图所示地位于外压头 24、26 的两个环形边缘 66 面上。但本发明认为这样的刻槽部 78 可以只开设在一个外压头上。尤其是当只有管子 70 的一端被向内推时。在这种情况下，刻槽部 78 可能只设在被推动的一个压头上而不是在对置的固定压头上。推动管子一端是一种理想的液压成型方式，在其中管子一端要被胀大到明显大于相对端部的

程度。要胀大的端部是要被推动的那一端。

还要认识到，可省去凹槽 80，或者可以只开设一个凹槽。凹槽 80 通常与一个将被内推的相邻刻槽压头结合使用。

图 7-图 9 示出了本发明的第二实施例。在此实施例中，管端 128 如在 182 所示的那样被截掉或开设切口。另外，在此实施例中，压头的环形边缘面 166 没有刻槽部。而是设置了一个完整的环形边缘面 166。在此实施例中的外压头 124、126 的环形边缘面 166 纵向内推压靠在管子 170 的端部 128 上。由于环形边缘面 166 没有接触或内推压靠在截除部 182 的管子上，所以几乎没有金属沿对准内凹部 175 的管部流动。应认识到，在本发明的第二实施例中，也可以设置凹槽 180 而限制管内金属流并有助于无褶皱的液压成型工艺。如图所示，凹槽 180 在这样的部位上略微向内地与管端 128 分离开，即所述部位最后要从液压成型成品上被切掉。

与第一实施例相似地，切除部 182 可以只设置在要内推的管子 170 的一端上。

尽管在此参见优选实施例地描述了本发明，但显然可以在不超出本发明的范围和精神的前提下进行各种变形和改动。因此，根据在此所述的工作原理和优点，以下权利要求书是要覆盖所有这些修改、变形和等同替换。

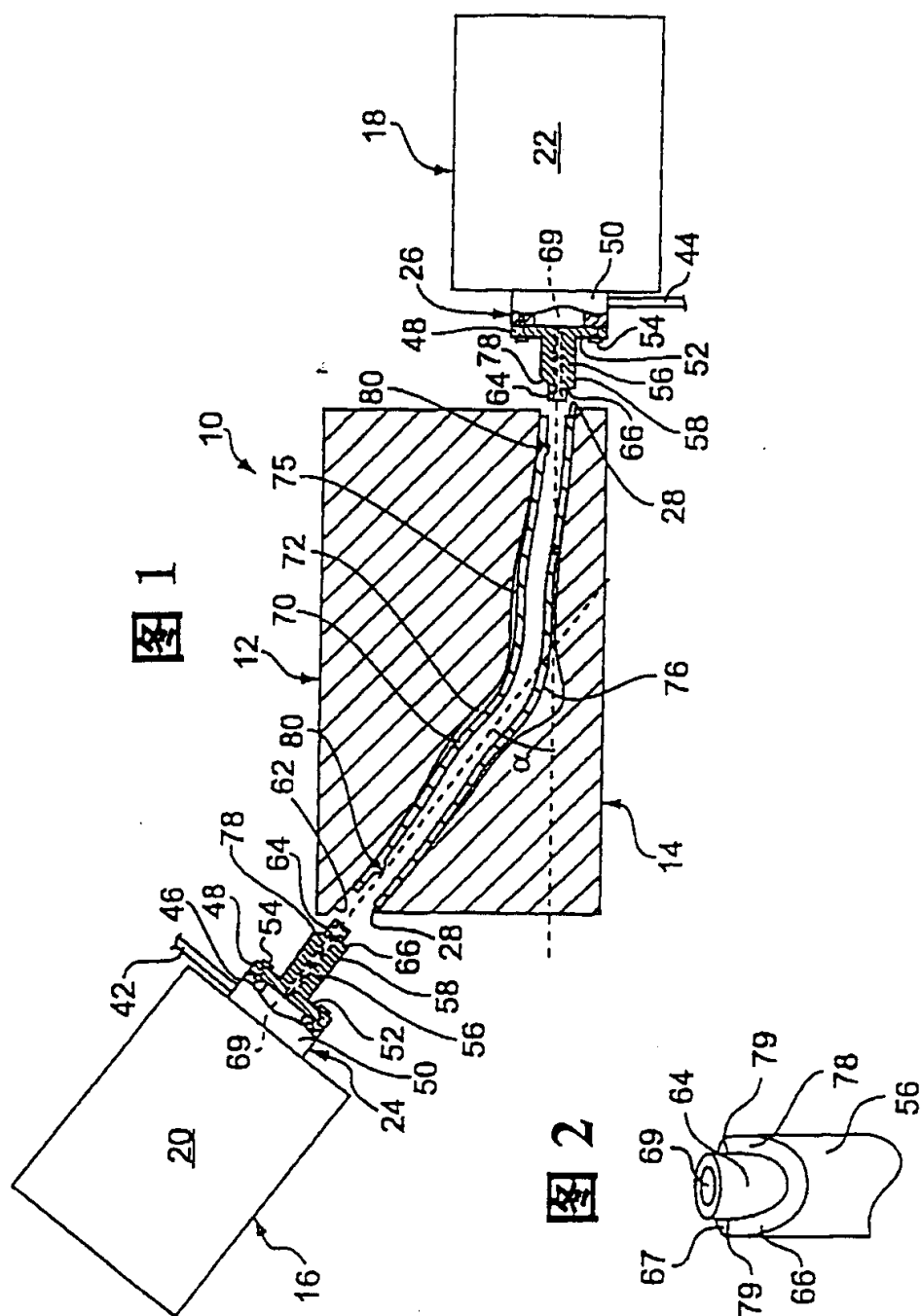


图 3

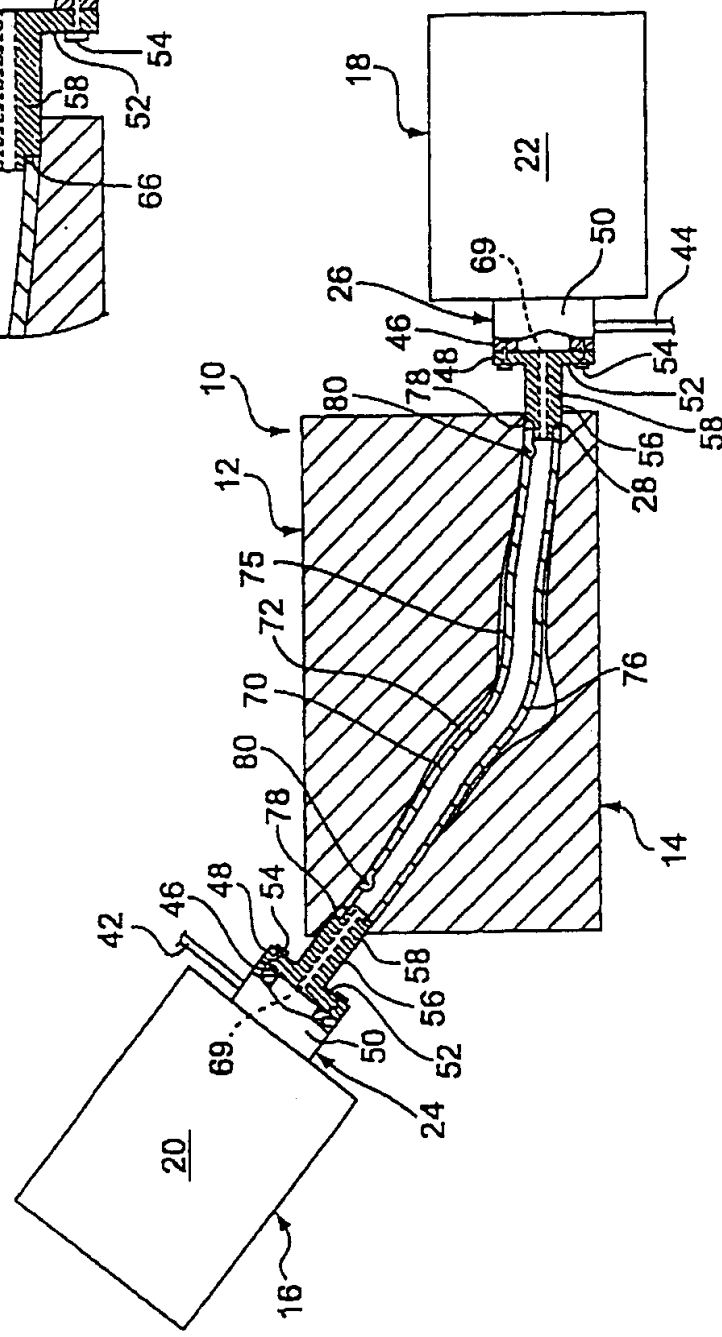
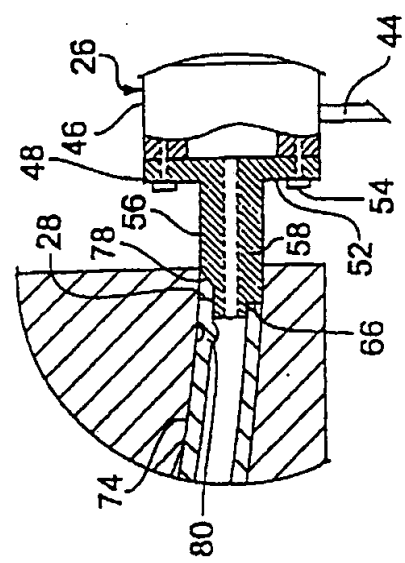


图 4



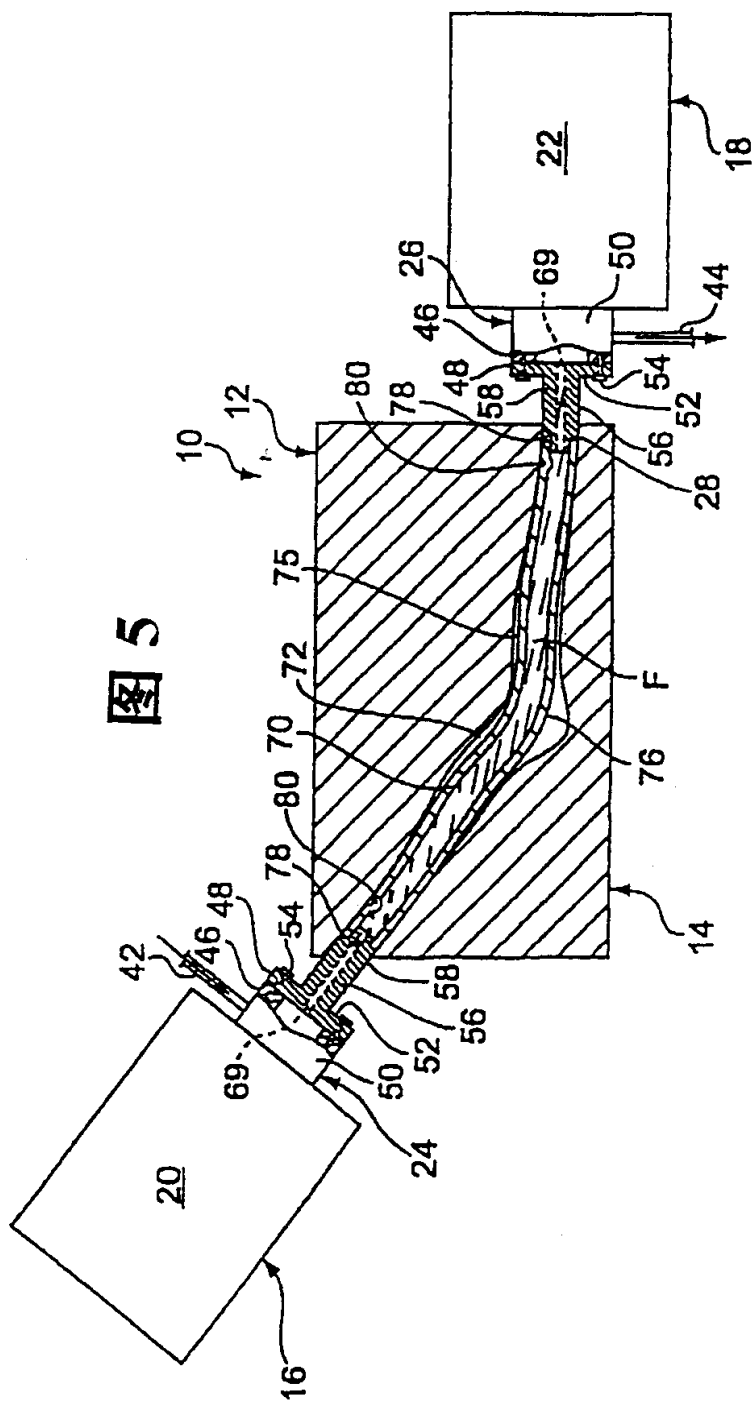


图 5

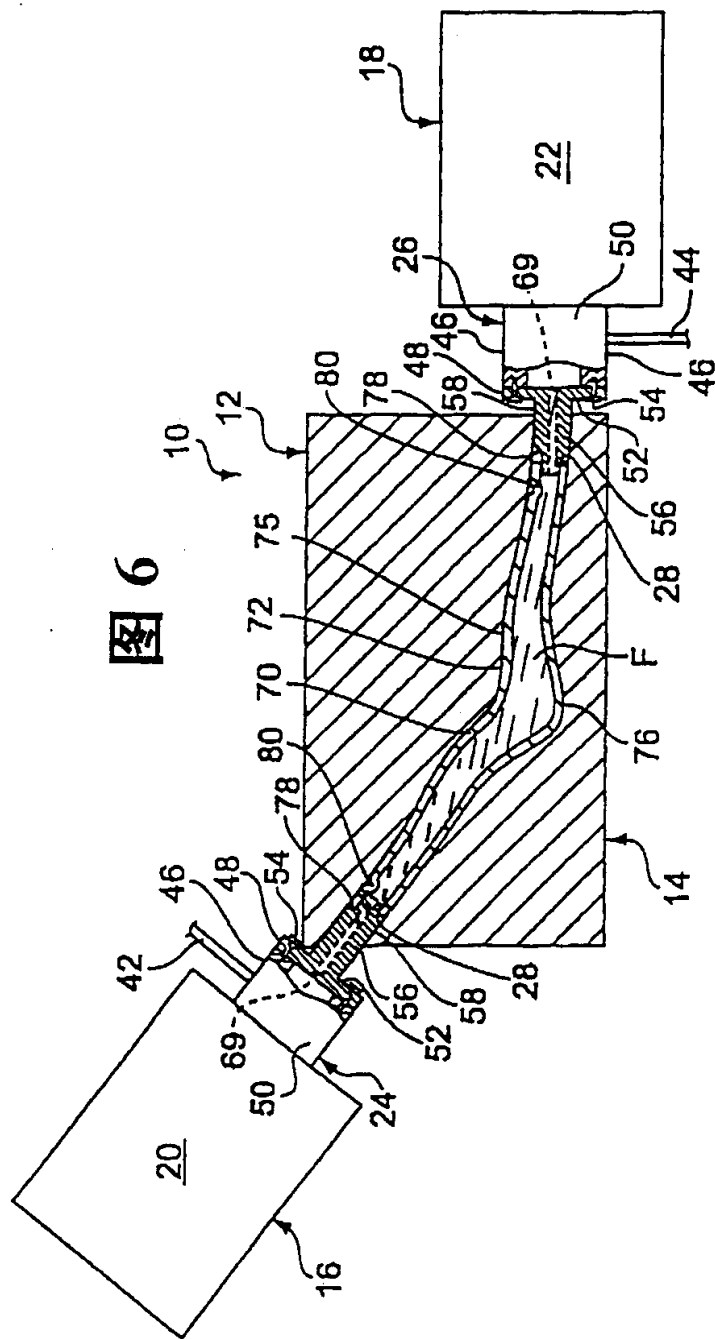


图 6

