



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 96105597.9

[45] 授权公告日 2003 年 8 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1119563C

[22] 申请日 1996.2.6 [21] 申请号 96105597.9

[30] 优先权

[32] 1995.2.6 [33] JP [31] 017572/1995

[32] 1995.10.23 [33] JP [31] 274312/1995

[71] 专利权人 株式会社东芝

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 牧野吉延 山田清 松井宏

油谷好浩 上中和 久保宏

冈本浩明

审查员 韩 龙

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

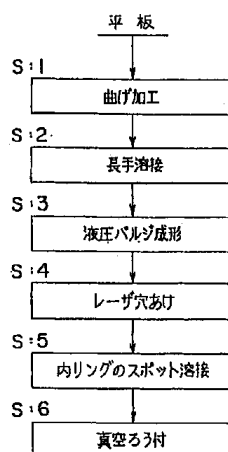
代理人 杨松龄

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 12 页

[54] 发明名称 燃烧器用衬里的制造方法

[57] 摘要

本发明提供冷却性能优良的燃烧器用衬里及其制造方法,它可以显著地缩短制造时间、并提高冷却孔的形状及位置精度,确保充分的压曲强度。燃烧器用衬里的制造方法包括以下步骤:把将成为衬里本体的平板坯料板弯曲加工形成圆筒状的步骤;在长的方向上焊接该坯料板做成圆筒体的步骤;通过液压突起成形法把该圆筒体形成为波形形状及波纹形状的步骤;在衬里本体的波形形状的顶部或其附近通过激光加工开设冷却孔的步骤;通过电阻点焊法及真空纤焊法把内环焊接在衬里本体上的步骤。



1.一种燃烧器用衬里的制造方法,所述燃烧器用衬里安装在把燃烧气体供给燃气轮机的燃烧器中,其特征是,它包括以下步骤:

把将成为衬里本体的平板坯料板弯曲加工成形为圆筒状的步骤;

在长的方向上焊接该坯料板做成圆筒体的步骤;

通过液压突起成形法把该圆筒体形成为波形形状及波纹形状的步骤;

通过激光加工在衬里本体的波形形状顶部或其附近开设冷却孔的步骤;

通过电阻点焊法及真空纤焊法把内环焊接在衬里本体上的步骤。

2.如权利要求1所述的燃烧器用衬里的制造方法,其特征是,在焊接上述内环的步骤中,代替电阻点焊法而使用激光焊接法。

3.如权利要求1所述的燃烧器用衬里的制造方法,其特征是,在上述激光加工的步骤中,作为激光源可使用 CO_2 激光,YAG激光,受激准分子激光中的任一种。

4.一种燃烧器用衬里的制造方法,所述燃烧器用衬里安装在把燃烧气体供给燃气轮机的燃烧器中,其特征是,它包括以下步骤:

把将成为衬里本体的平板坯料板弯曲加工成形为圆筒状的步骤;

在长的方向上焊接该坯料板做成圆筒体的步骤;

通过液压突起成形法把该圆筒体形成为波形形状及波纹形状的步骤;

从衬里本体的波形形状的顶部在燃烧气体流动方向的相反方向的区域内通过激光加工开设冷却孔的步骤; 所说冷却孔的中心轴线相对于衬里本体的径方向向燃烧气体流动方向的相反方向倾斜。

5. 如权利要求 4 所述的燃烧器用衬里的制造方法, 其特征是, 在上述激光加工的步骤中, 作为激光源可使用 CO_2 激光, YAG 激光, 受激准分子激光中的任一种。

燃烧器用衬里的制造方法

本发明涉及装在燃烧器中的燃烧器用衬里的制造方法，燃烧器用于把燃烧气体供给通常使用于发电的燃气轮机中。

通常使用于发电的燃气轮机在重型燃气轮机中使用多缸式燃烧器。在这种燃烧器中，压缩空气流入燃烧器衬里的上游侧，由燃料喷射阀喷射的燃料通过压缩空气而被燃烧，燃烧气体经过衬里内部而流入下游侧，再从出口喷到汽轮机上。由于有必要使喷到汽轮机上的出口燃烧气体的温度相对于燃烧后的燃烧气体只低所定温度，所以如图 11 或 12 所示，使用了开缝冷却形衬里。衬里本体被形成为薄板的波板形圆筒，在该衬里本体 1 的内侧设置内环 2。在衬里本体 1 的壁上设有多个冷却孔 3，通过这些冷却孔而导入的空气通过内环 2 把气流偏向与燃烧气体流动方向一致的方向，然后沿着衬里本体 1 流动成薄膜状，形成冷却膜而进行膜冷却。据此，喷到汽轮机的出口燃烧气体的温度只低所定温度。另外，在衬里本体 1 的下游侧外周上通过 TIG 焊接安装了为提高压曲强度的凸片 4。

然而，由于构成衬里本体 1 的基体材料要求耐高温

强度，所以使用镍或钴耐热合金，它们几乎都是难加工材料。这样基体材料的衬里本体（按照图 13 (a) 或图 13 (b) 所示的方法进行制造。

按照图 13 (a) 的制造方法，在第一步骤中，通过钻孔或穿孔加工在平板坯料板上开设冷却孔 3；在第二步骤中，把坯料板弯曲加工成圆筒状；在第三步骤中，通过 TIG 焊接等把圆筒状的坯料板在长的方向上进行焊接。而在第四步骤中，通过旋转法拉深加工成波形状。这如图 14 所示，坯料板 6 一边旋转，一边沿着设在内侧的中子型 7，这样滚子 5 从外侧挤压，据此把圆筒状的坯料板 6 成形为波形形状。接着，在第五和第六步骤中，通过电阻点焊或真空纤焊法把内环 2 焊接在衬里本体 1 上，在第七步骤中，通过 TIG 焊接等把凸片焊接在衬里本体 1 上。

另一方面，按照图 13 (b) 的制造方法，在第一步骤中，把平板的坯料板弯曲加工成圆筒状；在第二步骤中，通过 TIG 焊接等把圆筒状的坯料板在长的方向上进行焊接；在第三步骤中，按照图 14 所示的方法同样地利用旋转法拉深加工成波形状；而在第四步骤中，在成形为波形状的坯料板上通过穿孔或钻孔加工开设冷却孔 3；在第五或者六步骤中，通过电阻点焊法或真空纤焊法把内环 2 安装在衬里本体 1 上；在第七步骤中，通过脚长为 1mm 左右的 TIG 焊接等把凸片 4 安装在衬里本体 1 上。

然而，在图 13 (a) 的制造方法中，由于在开设冷却孔后要把衬里本体 1 拉深加工成波形形状，所以冷却孔 3 从真圆变形，这样不能把冷却孔 3 配设在衬里本体 1 的波形形状的所定位置上。

另外，在图 13 (b) 的制造方法中，即使衬里本体 1 高精度地被拉深加工成波形形状，而在穿孔过程中，由于穿孔（冲床）的磨损或孔尺寸变化引起的工卡模具的交换是必要的，并且穿孔破损时的衬里本体 1 的修补也需要较多的时间。另外，在通过钻床加工来开设冷却孔 3 的情况下，用于钻床的下孔加工是必要的，在穿孔以上还需要时间。

此外在图 13 (a) 及图 13 (b) 任一个制造方法中，在把内环 2 安装在衬里本体 1 的情况下，内环 2 被扩大，有点焊、纤焊的必要，因此非常难于确保纤焊部件的质量，并在短时间内进行安装。

另外，由于为提高压曲强度的凸片 4 的 TIG 焊接的热变形也是显著的，所以压曲强度不是充分的。

本发明的目的就是针对上述的缺点，提供冷却性能优良的燃烧器用衬里的制造方法，它可以显著地缩短制造时间、并提高冷却孔的形状及位置精度，确保充分的压曲强度。

根据本发明提供的燃烧器用衬里的制造方法是被安装在把燃烧气体供给燃气轮机的燃烧器中的燃烧器用衬里的制造方法，其特征是，它包括以下步骤：

把将成为衬里本体的平板坯料板弯曲加工成形为圆筒状的步骤;

在长的方向上焊接该坯料板做成圆筒体的步骤;

通过液压突起成形法把该圆筒体形成为波纹形状及波纹形状的步骤;

通过激光加工在衬里本体的波形形状顶部或其附近开设冷却孔的步骤;

通过电阻点焊法及真空纤焊法把内环焊接在衬里本体上的步骤。

因此, 由于通过液压突起成形法形成波形形状及波纹形状, 所以可以在短时间内正确地形成这些形状。另外由于通过激光加工开设冷却孔, 所以可以显著改善冷却孔的位置及形状精度, 并提高衬里本体的冷却效率。

另外; 被安装在把燃烧气体供给燃气轮机的燃烧器的燃烧器用衬里的制造方法包括以下步骤:

把将成为衬里本体的平板坯料板弯曲加工形成圆筒状的步骤;

在长的方向上焊接该坯料板做成圆筒体的步骤;

通过液压突起成形法把该圆筒体形成为波形形状及波纹形状的步骤;

从衬里本体的波形形状的顶部在上游侧的区域通过激光加工开设冷却孔的步骤, 所说冷却孔的中心轴线相对于衬里本体的径方向向上游侧倾斜。

因此, 由于没有使用内环, 所以大幅度地减少了制

造工数，另外由于通过液压突起成形法成形，所以可以在短时间内正确地形成波形形状等。另外由于通过激光加工开设冷却孔，并且使用来自冷却孔的空气直接沿衬里本体流动，所以可以显著改善冷却孔的位置及形状精度，并提高衬里本体的冷却效率。

图 1 是按照本发明第一实施例制造的燃烧器用衬里的侧面图。

图 2 是表示本发明第一实施例的衬里制造过程的流程图。

图 3 是液压突起成形装置的截面图。

图 4 是液压突起成形装置的其它装置的斜视图。

图 5 是按照第一实施例制造的衬里的波形状部位的截面图。

图 6 是按照第一实施例制造的衬里的波纹形状部位的截面图。

图 7 (a) 是在第一实施例中通过激光加工制造冷却孔时的说明图；而图 7 (b) 是图 (7) (a) 的主要部分的放大图。

图 8 表示激光入射角与运行时的衬里本体温度的关系。

图 9 是有关本发明第二实施例通过激光加工制造冷却孔时的说明图。

图 10 是有关本发明第三实施例通过激光焊接来焊接内环时的说明图。

图 11 是已有的燃烧器用衬里的斜视图。

图 12 是已有的燃烧器用衬里的截面图。

图 13 (a) (b) 是表示已有的不同燃烧器用衬里的制造过程的流程图。

图 14 是已有的拉深装置的截面图。

下面参照附图说明有关本发明实施例的燃烧器用衬里及其制造方法。

参照图 1 至图 8 来说明有关第一实施例的燃烧器用衬里。图 1 表示了按照本实施例制造的燃烧器用衬里的整个外观；衬里本体 1 具有波形形状 11、设置在其下游侧（和燃烧气体流动方向一致的方向）的波纹形状 12、以及设置在其下游侧的波形形状 11a，衬里本体 1 通过液压突起成形法而成形。

下面参照图 2 说明有关本实施例的燃烧器用衬里的制造过程。

在第一步骤中，把成为衬里本体 1 的平板坯料板弯曲加工成圆筒状。例如使用三个滚筒而进行滚筒弯曲，经过本步骤形成直径为 300~400mm 的圆筒状。

在第二步骤中，把圆筒状的坯料板在长的方向上进行焊接而做成圆筒体。

在第三步骤中，把圆筒体通过液压突起成形法形成成为波形形状 11、11a 及波纹形状 12。图 3 表示了液压突起成形器。在拼合模 13 的内部插入坯料圆筒体 15，在其两侧嵌插形成了液体导入孔 14a 的活塞 14，14。

在制造过程中,把坯料圆筒体 15 插入拼合模 13 内,就安装了拼合模 13。然后,通过活塞 14 的液体导入孔 14a 使液体 16 流入,在 1000~2000 大气压的压力下压破活塞 14 一至十分钟。此时液体 16 可以是水或油。如此形成了如图 1 所示的波形形状 11、11a 及波纹形状 12。图 5 和图 6 表示了它们的截面形状。波形形状 11、11a 的间距为 10~20mm,并具有一至四 mm 的曲率。另外,波纹形状 12 的高 H 为 2~10mm,宽 w 为 3~20mm。

如图 4 (a) (b) 所示,液压突起用的模子为内模子 13a 和外模子 13b 的二重结构,在内模子 13a 内安装了衬里本体 1 的坯料,并按覆盖该内模子 13a 的方式构成外模子 13b。

然后,在第四步骤中,在如图 5 和图 6 所示形成为波形形状 11 和波纹形状 12 的衬里本体 1 上通过激光加工形成冷却孔 3。如图 7 所示,在用于激光加工的激光 17 中,使用 CO_2 激光, YAG 激光、受激准分子激光等的产业用激光。聚集激光 17 的光学系统可以如图 7 所示是聚光透镜 18,也可以是聚光镜。另外,在此激光加工时,除了冷却孔 3 之外,也可以进行其他的穿孔(切断)。

激光加工时,把由未图示的激光振荡器发出的激光 17 例如通过聚光透镜 18 聚光在加工点上照射而进行穿孔,可以通过把激光 17 固定在一定位置上而穿孔的冲击

方法或使激光移动的套孔方法来实施。另外，激光可以脉冲振荡也可以连续振荡；此外，加工气体可以是氧气、氮气或空气。下面表示加工条件的一个例子。

CO_2 激光、激光输出：500W~5000W

穿孔速度：10mm/分~2000mm/分

加工气体：氧气、氮气、空气

供给气体压力：0.5kgf/cm²~15kgf/cm²

透镜焦点距离：63.5mm, 95mm, 127mm, 190mm, 254mm

焦点位置：-8mm~+2mm

母材：镍合金、钴合金

另外在本实施例中，如图7(a)所示，冷却孔3的中心轴线相对于衬里本体1的径方向朝下游侧只倾斜 θ ，这样通过激光加工来开设冷却孔3。沿着衬里本体1的内面可以高效率地流通空气，这样可以充分地形成用于进行膜冷却的冷却膜，因此可以提高衬里本体1及内环的冷却效率。

此外倾斜角 θ 与运行时的衬里本体1温度的关系如图8所示。据此，倾斜角 θ 的下限值是 20° ；另一方面因为倾斜角 θ 变大，激光加工变得困难了，所以上限值 60° 。因此，倾斜角 θ 最好是在 20° 至 60° 的范围内。

如图7(b)所示，从冷却孔3取入的空气向着衬里本体1和内环2的接合部位19流入，因此冷却孔3的中

心轴线最好相对于衬里本体 1 的径向朝下游侧倾斜。在这种情况下, 随着冷却孔 3 的位置离开波形的顶部, 倾斜角的设定逐渐变大。据此, 可以更充分地形成用于进行膜冷却的冷却膜, 因此可以更加提高冷却效率。

然后在第五及第六步骤中, 通过电阻点焊法和真空纤焊法把内环 2 焊接在衬里本体 1 上。在本步骤中, 使用电阻点焊机 and 真空纤焊装置。

该第五步骤的电阻点焊在以下条件下进行。

电流值: $10000 \sim 15000A$, 所加压力 $3 \sim 10kgf/mm^2$

电极形状: 圆形、 $\Phi 5 \sim 10mm$

通电时间: $0.05 \sim 1$ 秒

另外以下表示第六步骤的真空纤焊条件。

焊料: $BNi-5$

热循环: $5^\circ C / \text{分}$ 的升温 $\rightarrow 850 \sim 900^\circ C$ 下三十分 $\rightarrow 1050 \sim 1200^\circ C$ 下五分 $\rightarrow$ 炉冷 (从 $800^\circ C$ 供给气体)

如上所述, 在本实施例中, 成形精度高, 冷却孔 3 的形状及位置精度高, 可在短时间内制造出衬里本体 1。其结果是, 制造工数可减少 $30 \sim 50\%$ 以上。另外, 由于可以降低运行时衬里本体 1 及内环 2 的温度上升, 所以可以实现衬里的长寿命。此外, 由于提高了衬里的加工精度, 所以可以提高设计时的热解析精度, 并提高衬里的冷却性能。另外在性能方面, 如果提高了衬里本体 1 的冷却性能, 就可以减少从膜冷却孔 3 取入的空气量, 这样可以提高运行时的运行效率; 在环境方面可以

降低 NO_x 量。

下面参照图 9 说明有关第二实施例的燃烧器用衬里。

在实施例中，在衬里本体 1 上不安装内环，而冷却孔 3 从衬里本体 1 的波形形状 11、11a 的顶部在上游侧（燃烧气体流动方向的相反方向）的区域内被设置，其中心轴线相对于衬里本体 1 的径向向上游侧只倾斜 θ 。据此，从冷却孔 3 取入的空气沿着衬里本体的内面形成用于膜冷却的冷却膜而流向下游侧。在这种情况下，为有效地进行冷却，倾斜角 θ 最好设定在 45° 至 80° 的范围内。加工方法是和第一实施例相同 6 的激光加工。另外在图 2 所示的制造过程中，第一至第四步骤是一样的，当然还利用液压突起成形法，并且省略了第五及第六步骤。

这样在本实施例中，由于不使用内环，因此大幅度地减少了制造工数；此外由于通过激光加工设置了冷却孔 3，这样来自冷却孔 3 的空气直接沿着衬里本体 1 而流动，因此显著改善了冷却孔 1 的位置及形状精度，并可以提高衬里本体 1 的冷却效率。

下面参照图 10 说明有关第三实施例的燃烧器用衬里。

在本实施例中，代替第一实施例中的电阻点焊，通过激光焊接把内环 2 焊接在衬里本体 1 上。也就是说，如图 10 所示，从衬里本体 1 侧使激光 17 照射，重叠焊

接内环 2。焊接法可以是间断焊接，而焊接地方可以是一处也可以是二处。

下面表示这种情况下内环 2 的焊接条件的一个例子。

CO_2 激光、激光输出：500W~5000W

穿孔速度：100mm/分~4000mm/分

加工气体：氩、氦、氮气

气体供给量：20~100（升/分）

透镜焦点距离：127mm, 190mm, 254mm

焦点位置：-8mm~+3mm

母材：镍合金，钴合金

与电阻点焊接相比，制造过程的效果变为 1/4~1/10 的程度。

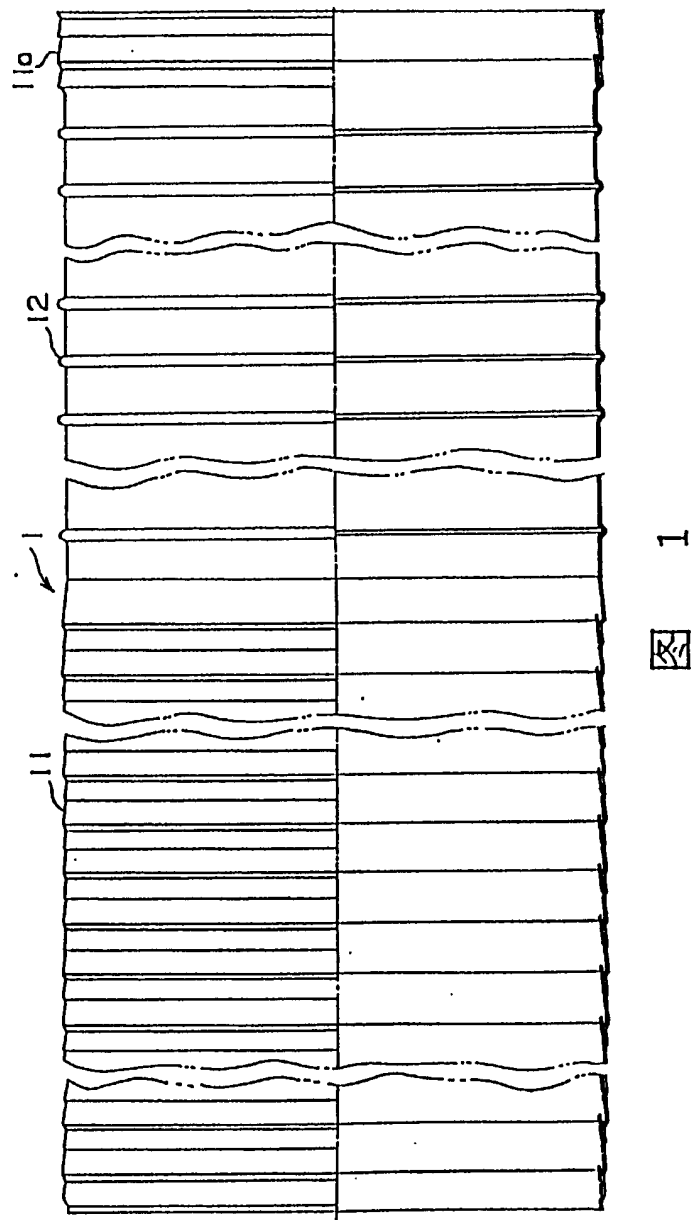
此外，本发明当然不限于上述的实施例，可以作出种种变换。

如上所述，本发明既显著缩短了制造时间又提高了冷却孔的形状及位置精度，并确保了充分的压曲强度，而且可以提供冷却性能优良的燃烧器用衬里。另外，可以减少制造工数 30~50% 以上；由于可以降低运行时的衬里本体及内环的温度上升，所以可以实现衬里的长寿命。此外，由于提高了衬里的加工精度，所以提高了设计时的热解析精度，并提高了衬里的冷却性能。而在性能方面，如果提高了衬里本体的冷却性能，就可以减少从膜冷却孔取入的空气量，并降低了压缩机的负荷，这

样可以提高运行时的运行效率。

根据上述的制造方法，由于通过液压突起成形法形成波形形状及波纹形状，所以可以在短时间内正确地形成这些形状。另外由于通过激光加工开设冷却孔、并且使来自冷却孔的空气直接沿衬里本体流动，所以可以显著改善冷却孔的位置及形状精度，并提高衬里本体的冷却效率。

而在上述制造方法中，由于没有使用内环，所以大幅度地减少了制造工数；另外由于通过液压突起成形法成形，所以可以在短时间内正确地形成波形形状。另外由于通过激光加工开设冷却孔、并且使来自冷却孔的空气直接沿衬里本体流动，所以可以显著改善冷却孔的位置及形状精度，并提高衬里本体的冷却效率。



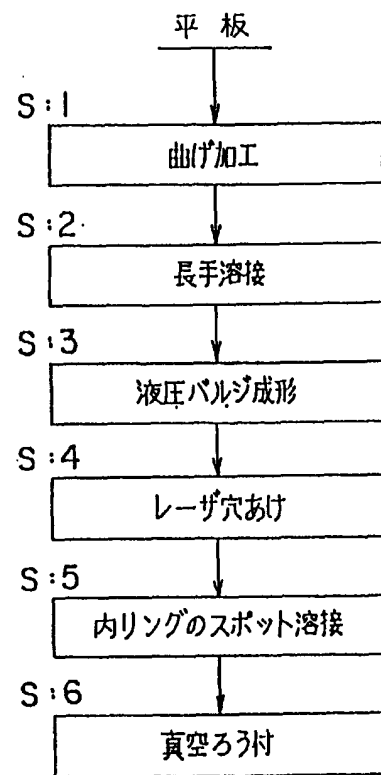


图 2

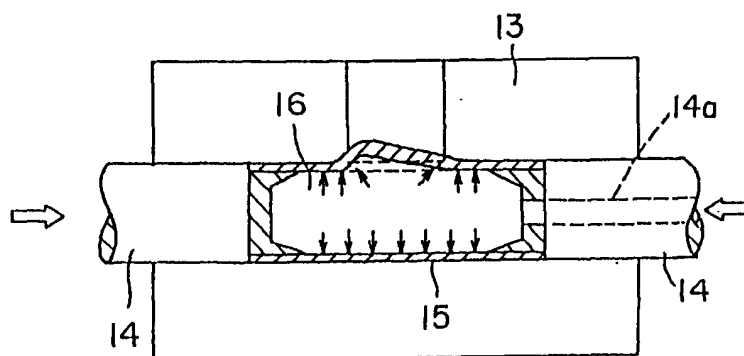


图 3

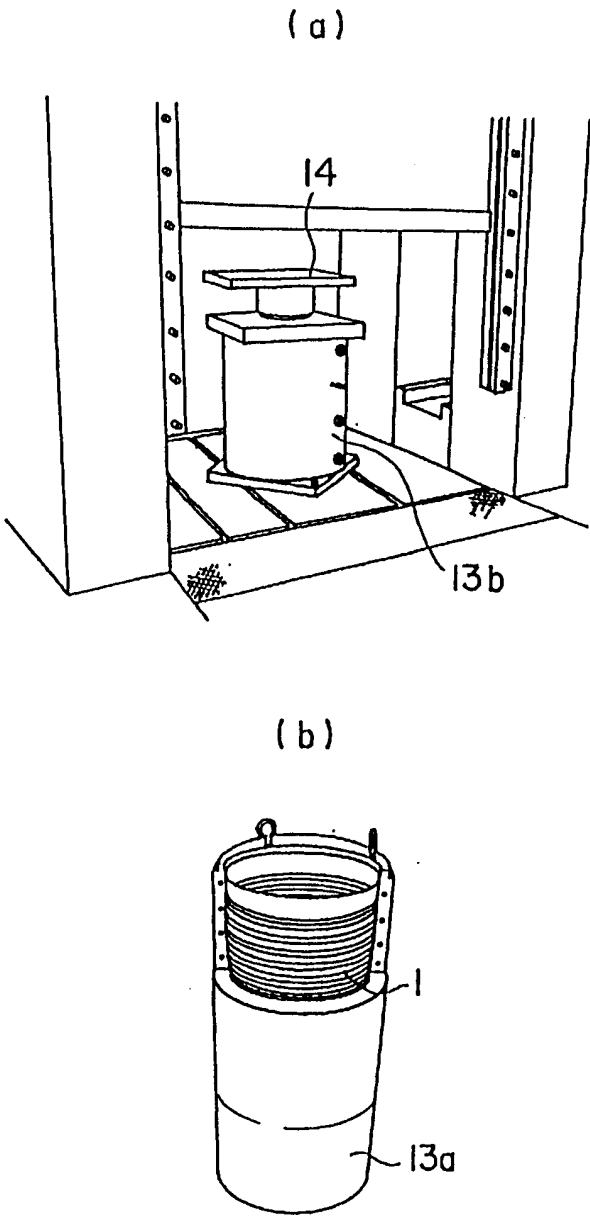


图 4

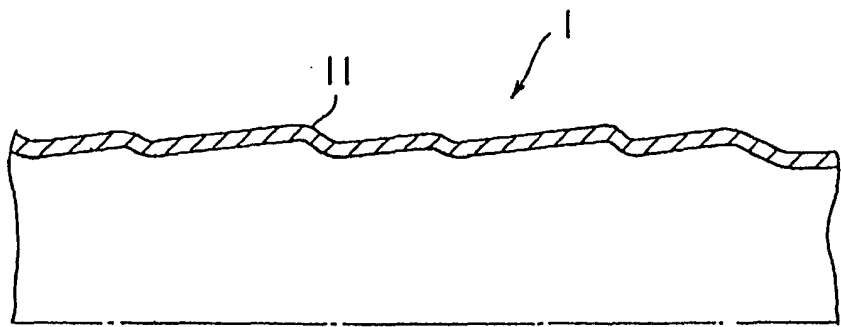


图 5

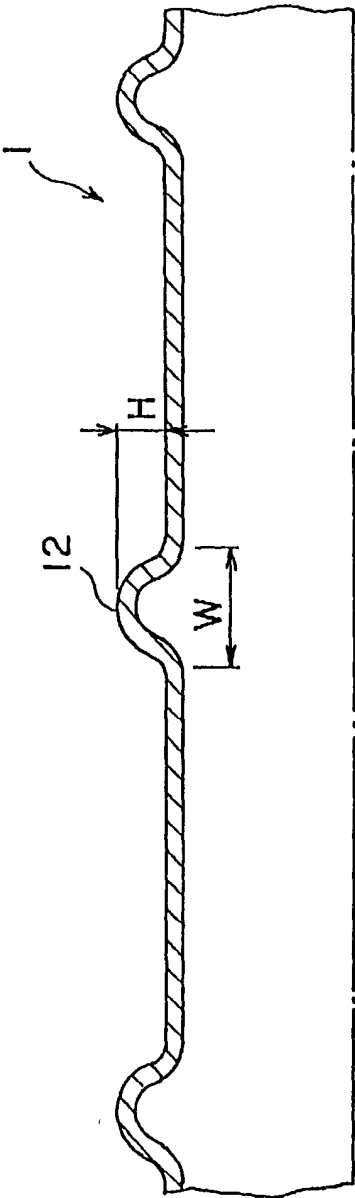


图 6

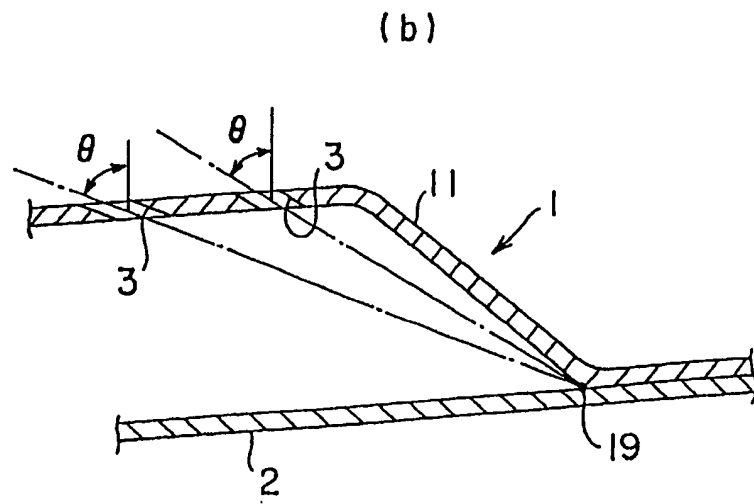
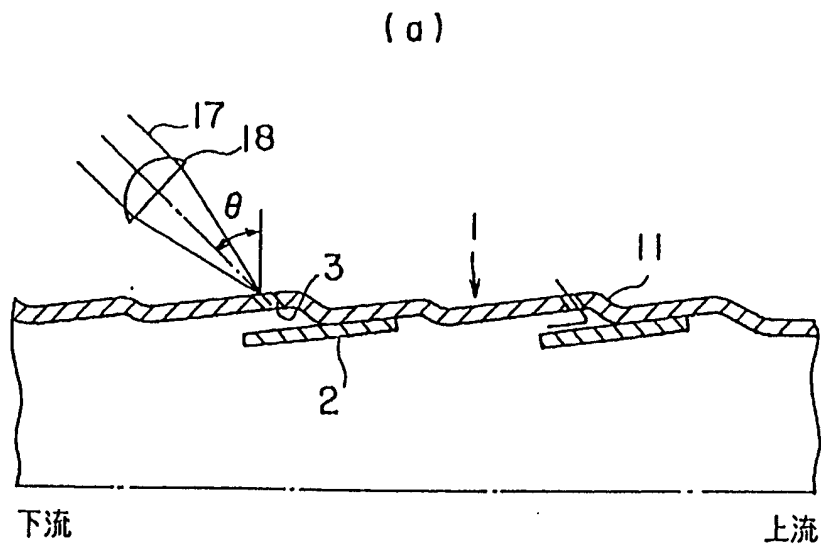


图 7

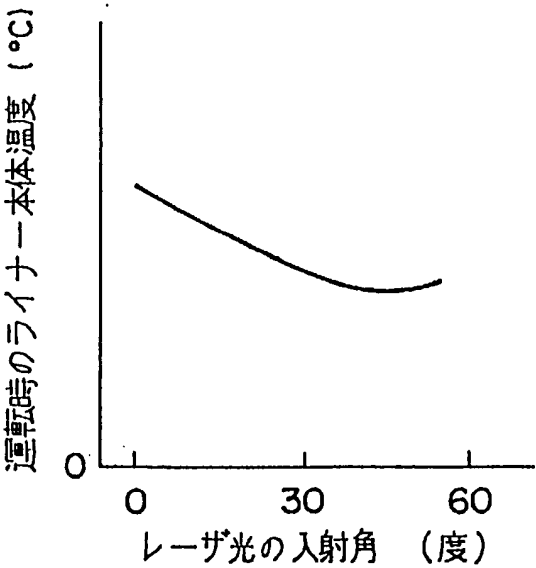


図 8

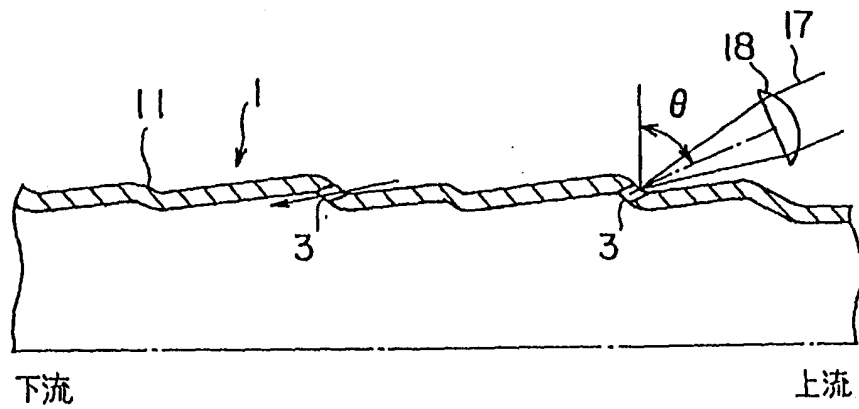


图 9

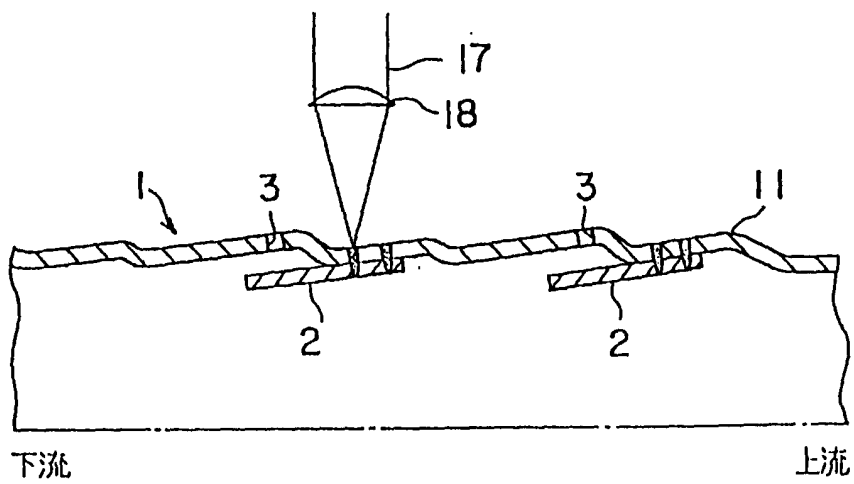
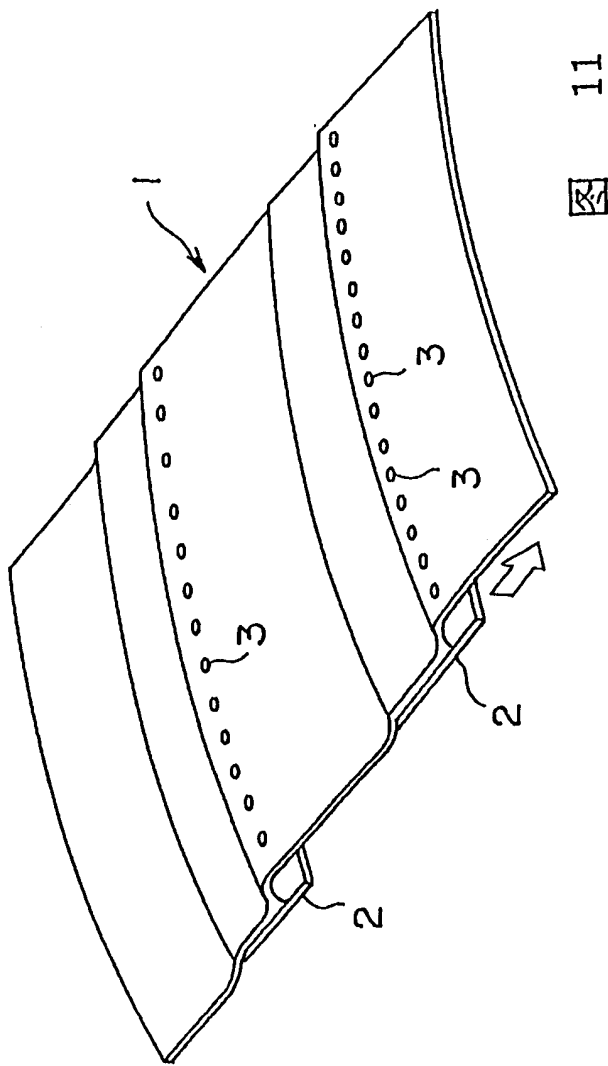


图 10



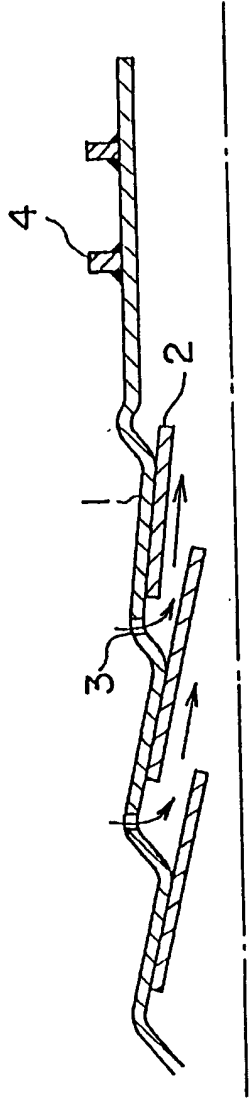


图 12

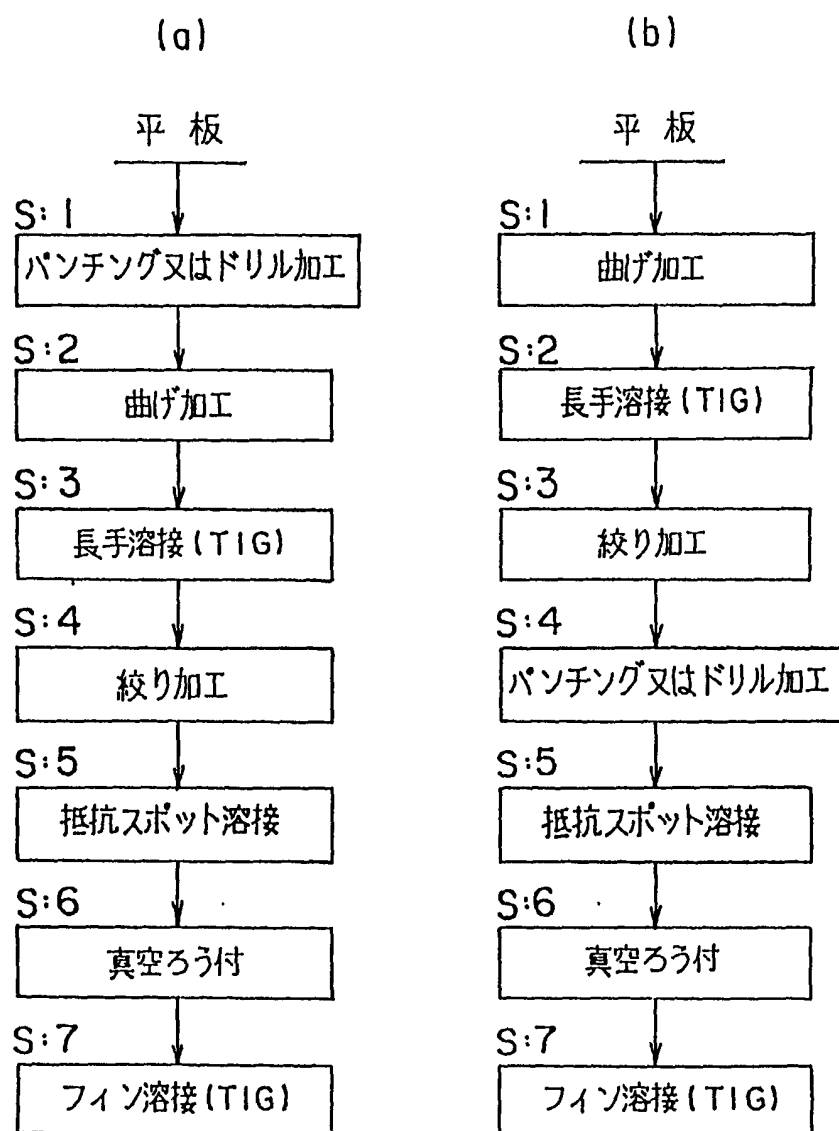


图 13

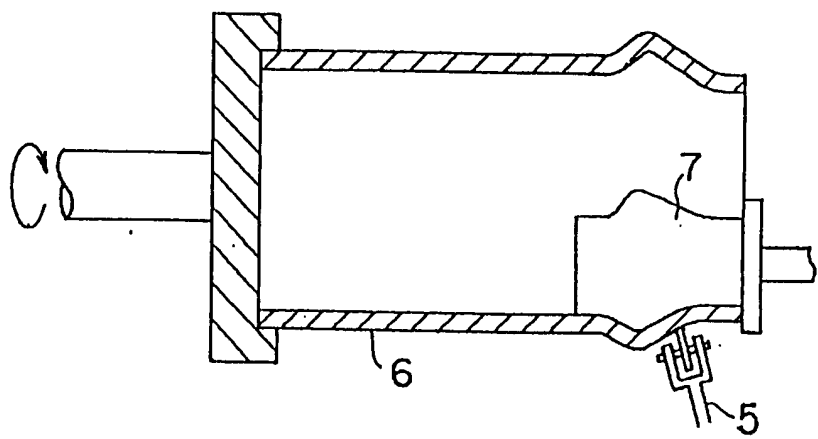


图 14