[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
B29C 44/00
//B29K105：04

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99805603.0

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 5 日

[11] 授权公告号 CN 1221370C

[22] 申请日 1999.4.30 [21] 申请号 99805603.0
[30] 优先权
[32] 1998. 4.30 [33] JP [31] 120166/98
[32] 1998. 6.25 [33] JP [31] 178743/98
[32] 1998. 7. 2 [33] JP [31] 187514/98
[86] 国际申请 PCT/JP1999/002355 1999.4.30
[87] 国际公布 WO1999/056931 日 1999.11.11
[85] 进入国家阶段日期 2000.10.30
[71] 专利权人 戴伸工业公司
地址 日本岐阜
[72] 发明人 野原岩男 中嶋富男 井田清孝
鲛岛昌彦 小林喜幸 山口健二
审查员 何 文

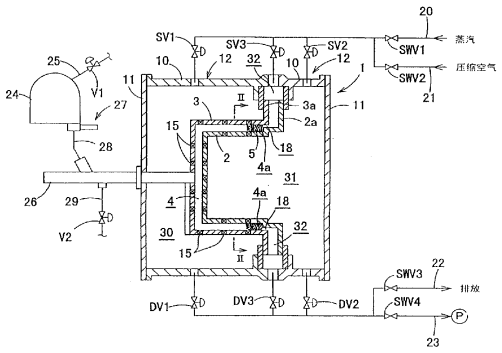
[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
代理人 程 坤

权利要求书 2 页 说明书 32 页 附图 12 页

[54] 发明名称 用于合成树脂的型内发泡成形装置

[57] 摘要

一种用于合成树脂的型内发泡成形方法，其中原料颗粒 5 被填充到芯模 2 和型腔模 3 构成的型腔 4 中，材料被加热、发泡、融化并形成成形产品，然后将成形产品冷却从模型中取出，在填充原料颗粒的同时填充空气通过芯模 2 和型腔模 3 之间形成的缝隙 18 被排出，因此可改善原料颗粒 5 在型腔 4 外边缘 4a 处的填充性能；至少带有不易填充原料颗粒 5 的狭窄的、处于底部部分 40 的芯模 2 背面的空腔的压力相对于填充器 26 填充到型腔 4 中的原料颗粒的大气压保持在负压状态；以集中填充方式将预定的原料颗粒填充量的一部分输送并填充到不易填充部分 40 中，然后输送预定的原料颗粒填充量的其余部分将所有的原料颗粒填充到型腔 4 中，因此可改善型腔 4 中不易填充部分 40 处原料颗粒 5 的填充性能。



ISSN1008-4274

1、一种用于合成树脂的型内发泡成形装置，包括：

借助于空气流从原料罐经填充器向芯模和型腔模构成的型腔中供应热塑性合成树脂原料颗粒的原料颗粒供应装置；

双路系统的空气排放装置，该空气排放装置带有与所述型腔连通的空气压力调节元件，可利用型腔和空气压力调节元件之间的压力差将输送原料颗粒到型腔的空气从型腔中排出，所述的双路系统的空气排放装置的结构是这样的，芯模背面的蒸汽空腔和型腔模背面的蒸汽空腔被用做空气压力调节元件，分别通过芯模和型腔模上的通孔与型腔连通；

带有一个或多个与芯模和型腔模之间的缝隙连通的空气压力调节元件的空气排放装置；和

控制装置，该控制装置可分别控制或以任意组合的方式控制上述多个空气排放装置中的每个空气压力调节元件的空气压力。

2、如权利要求 1 所述的用于合成树脂的型内发泡成形装置，其特征在于，带有一个或多个与不易填充原料颗粒的狭窄的、处于底部部分的内腔连通的空气压力调节元件的空气排放装置被设置用作所述的空气排放装置，利用所述的控制装置可对多个空气排放装置的空气压力调节元件中的空气压力分别做单独控制或任意组合方式的控制，从而原料颗粒可以首先填充到不易填充的部分。

3、如权利要求 1 或 2 所述的 用于合成树脂的型内发泡成形装置，其特征在于，带有一个或多个与距离原料颗粒供应装置较远的部位连通的空气压力调节元件的空气排放装置被设置用作所述的空气排放装置，利用所述的控制装置可对多个空气排放装置的空气压力调节元件中的空气压力分别做单独控制或任意组合方式的控制，从而原料颗粒可以首先填充到较远的部位。

4、如权利要求 1 或 2 所述的用于合成树脂的型内发泡成形装置，

其特征在于，带有多路系统的空气排放装置，在空气排放装置中，所述芯模背面的空腔和/或型腔模背面的空腔被分成多个，每个空腔都被用做空气压力调节元件。

5、如权利要求 1 或 2 所述的用于合成树脂的型内发泡成形装置，其特征在于，所述的控制装置控制大气压的释放、加压、减压、和/或这些操作的组合以及多个空气压力调节元件的内部压力，从而使在型腔各个部分任意设定原料颗粒的填充量。

用于合成树脂的型内发泡成形装置

技术领域

本发明涉及一种用于合成树脂的型内发泡成形装置，尤其涉及一种可改善型腔中原料颗粒的填充密度以获得具有更加均匀填充密度的成形产品的技术。

背景技术

如图 13 所示，利用热塑性合成树脂原料生产成形产品的型内发泡成形装置包括一对对置的成形模 100 和 101，和向两件成形模 100 和 101 构成的型腔 104 中填充原料的填充器 111，在两件成形模 100 和 101 的背面分别有空腔 102 和 103，在两个空腔 102 和 103 中分别带有一些与型腔 104 和空腔 102 和 103 连通的透气孔 105 和 106，成形所需的蒸汽、空气或冷却水等工作流体被输送到空腔 102 和 103 中。在这种结构中，在空腔 102 和 103 的顶部分别设有输送热蒸汽的上部连接接口 107 和 108，在底部分别设有与真空泵或排放管路连接的向型腔 104 输送蒸汽的下部连接接口 109 和 110。

如果在成形模 100 和 101 上以 20 至 50 毫米间距分布的芯型排气安装孔中装配了芯型排气管，则可设置多个穿过成形模 100 和 101 的透气孔 105 和 106，芯型排气管为圆柱体，其带有外直径 7 至 12 毫米的盖且盖上带有由大约为 ϕ0.5 毫米的圆孔或 0.5 毫米宽的槽构成的透气孔。

在利用这样的发泡成形装置制造发泡泡沫产品时，首先需将成形模合拢形成型腔 104，预发泡的聚苯乙烯或类似材料的原料从原料罐（图中未示）通过填充器 111 被输送到型腔 104 中，然后利用热蒸汽对型腔 104 中的原料进行加热，原料发泡并且融化，再冷却固化，将成形模 100 和 101 打开取出发泡成形泡沫产品。

在这样的成形方法中，一个尤其需要解决的问题是，在型腔 104 中的某些特殊位置处的原料填充密度与其他位置有明显的不同。这些特殊位置可以大致分为（1）用来成形复杂形状成形产品细部结构的型腔 104 的内腔，（2）型腔 104 的外缘末端部分 104a，和（3）型腔 104 中与填充器 111 对面的部分。

造成这种填充密度变化的原因在下面的（1）至（3）段中做详细叙述，但是在叙述之前，先对最常用的填充原料的方法做简要的说明。

①留间隙填充法，②加压填充法，③压缩填充法，以及类似的方法是最常用的填充原料方法。

①如果仅通过排气管不能将填充过程中使用的空气完全排出，则应采用留间隙填充法，在填充过程中，芯模和型腔模未完全合拢，例如，留下大约相当于成形产品底板厚度 10%的开口（留间隙），以便使填充过程中使用的空气从芯模和型腔模之间的间隙中排出。

②在加压填充法中，存储原料的原料罐内部施加了 0.2 至 1.5Kg/cm^2 的压力，而型腔通过排气管和空腔与大气压力连通，在这种状态下，由于原料罐和型腔之间的压力差，原料被输送并填充到型腔中。

③在压缩填充法中，原料罐中的压力 P 增加到 1.0-5.0Kg/cm^2，高于加压填充法的压力，一个腔室内部受到压力作用，通过透气孔连通的型腔内的压力 P1 的压差（P-P1）是变化的，因此可以实现原料颗粒的输送和填充。

下面对造成填充密度变化的原因做详细叙述。

（1）用来成形复杂形状成形产品细部结构的型腔内腔

在前面所述的三种填充方法中，最终都要在原料罐与型腔之间形成适当的压力差，利用这个压力差产生的空气流输送原料颗粒。对于图 13 所示例子中具有简单形状的型腔 104，原料颗粒可以充分填充到各处，几乎没有局部填充不均匀，因此可以得到具有相对均匀质量，几乎无局部填充不均匀的最终发泡成形泡沫产品。

但是，对于如图 14(a)所示那样的在芯模 101 中心平面上带有袋状断面的深且窄的凹入部分 112 的形状（图 14 中，在上下两个位置处），以及如图 14(b)所示那样的在型腔模 100 中心平面上带有袋状断面的深且窄的凹入部分 113 的形状（图 14 中，同样在上下两个位置处），结果就不一样。在这两种情况下，起到填充原料颗粒推动力作用的空气流在这些部分处停滞，这样就使原料颗粒难以完全填充袋状断面的凹入部分 112 或 113，并导致出现填充非常不均匀等问题，或者在最坏的情况下因填充缺陷而造成的成形失败。

对于不易填充的凹入部分，人们试图通过设置专门的填充器来解决这样的问题，但是这样会由于所使用的空气量增大而感不便，或需要减少每模能够生产的成形产品数量从而造成生产率明显下降的问题。这是因为每台设备上可以连接的填充器的数量通常要根据原料罐的容积，压缩空气的供应量以及类似因素限制在一定的限度内。例如，最普通的设备上可连接 18 台填充器，对于形状简单的成形产品，每个型腔连接 3 台填充器，形状较复杂的成形产品需要 6 台填充器，即使有足够的空间排布 6 件成形产品，也只能成形 3 件，生产效率降低一半。

另外，由于填充器数量的增加，单位时间内输送到型腔中的空气的增加使得在填充之后的瞬间和类似时刻型腔中的空气压力出现突降，减缓空气从型腔中的排出或类似现象，加剧填充密度的改变。因此，填充器的数量以及填充器的设置方式是模具设计者需要考虑的问题，非常多的因素需要反复试验，在这个领域中实现标准化是非常困难的。在远离填充器的部分或狭窄的底部以及类似的部分，例如前面所述的凹入部分，填充密度有减小的趋势，为了在这些不易填充部分中获得合适的填充密度，必须加大整体填充密度，这样就导致成形产品的重量大于均匀密度的成形产品。

此外，对于成形工艺来说，必须使原料颗粒进一步发泡并增加热蒸汽压力，从而在利用蒸汽加热填充的原料颗粒时，使低填充密度区域的

原料颗粒充分融化。但是在增加这些低填充密度区域的热蒸汽压力时，高填充密度区域会出现过热，使发泡压力高于正常的成形工艺压力。在冷却成形产品时，需要更长的时间来使高的发泡压力降低到可以将成形产品从模型中取出的压力，成形周期的加长导致生产率的下降。而且，在加热或冷却期间成形产品各部分之间发泡压力的不均匀会造成脱模性能不良及填充性能不良，并导致生产率低和产量低的问题。

（2）型腔的外缘末端部分

在图 13 所示的加压填充法和压缩填充法中，由于原料颗粒填充进型腔 104 时两模型 100 和 101 是完全闭合的，型腔 104 的外缘末端部分 104a 形成了死区。因而在原料罐（图中未示）与型腔 104 之间压力差下形成的空气流在外缘末端 104a 处停滞，使原料颗粒难以填充，可能造成密度不均匀。

另一方面，在留间隙填充法中，芯模和型腔模未完全闭合，例如，留下大约相对于成形产品底板厚度 10%的间隙，因此，型腔的外缘末端部分不会形成死区端，但是由于在填充之后要将芯模和型腔模闭合，成形产品底板部分的密度要高于其他部分，其程度取决于所留间隙的大小，这样就产生了另外的密度不均匀的问题。

此外，在留间隙填充法中，在填充原料颗粒之后将两件模型完全闭合时，型腔的外缘末端部分形成死区端，当原料颗粒被蒸汽加热时和被冷却水冷却以便将成形产品脱模时，会造成下面的问题。

在加热原料颗粒时，热蒸汽从一个空腔输送到另外一个空腔，热蒸汽穿过型腔中的原料颗粒，但是如图 13 所示，如果型腔的外缘末端 104a 形成了死区端，热蒸汽就很难到达外缘末端 104a，热量流入已经积聚相对较多热量的模型外缘部分 100a 和 101a，而外缘末端 104a 中的原料颗粒温度难以提升，温度的增加慢于其他部分，因而加热过程需要更长的时间，造成了总的成型时间过长的问题。

在对成形产品进行冷却时，冷却水从设置在空腔 102 和 103 中的喷

嘴（图中未示）喷射到模型 100 和 101 上，空腔 102 和 103 中的压力降低，使附着在模型上的水或型腔 104 中的水分蒸发，在蒸发过程中发泡成形产品与模型同时被蒸发热所冷却，但是同前面所述的原料颗粒的加热时间相比较，由于模型外缘部分 100a 和 101a 的热传导的原因，型腔 104 的外缘末端 104a 难以冷却，对位于型腔 104 外缘末端 104a 部分的发泡成形泡沫产品进行充分冷却所需时间是一个问题。

成形产品脱模时，在将模型 100 和 101 打开的同时一顶杆（图中未示）从型腔模的背面将发泡成形泡沫产品顶出，这样就可以将发泡成形产品从模型中取出，但是在打开芯模 101 时可能出现这样的问题，在沿成形设备接缝处环绕框架 114 和 115 以及模型外缘部分 100a 和 101a 的两模之间的空腔 116 中所积存的水会流出，将作为最终产品的发泡成形泡沫产品弄湿。

（3）型腔与填充器对面的部分

尽管在这个部分原料颗粒的填充密度比较高，在讨论相关的机构之前还是先对常用的填充方法进行详细的论述。

在前面叙述的三种填充方法中，在填充过程结束后填充器 111 中的原料颗粒要返回到原料罐，利用了一个被称为反吹的过程，在这个过程中填充器 111 的末端是关闭的。

下面结合图 15 对反吹过程做叙述。填充器 111 包括输送原料颗粒的填充管件 120 和法兰 121。前端通过管 102 与型腔模 100 的进料口 122 连接。填充管路 124 连接在原料罐 123 和填充器 111 之间，原料颗粒可以输送到两件模型之间的型腔 104 中。

在这种结构中，在把型腔 104 中的压力调整为相对于原料罐 123 的压力为负压时，由于压差的作用原料颗粒就会从原料罐 123 通过填充管路 124 和填充器 111 的填充管件 120 输送到型腔 104 中，如图 15(a)所示。在这种情况下，为了促使原料颗粒顺畅地进入型腔 104 并紧密地填充在其中，压缩的填充空气通过填充空气控制阀 125 被引入，并且通过

填充管件 120 末端的喷射孔 126 喷射出去，如图 15(a)中的箭头所示。

以这样的方式将原料颗粒充满型腔 104 时，例如如图 15(b)所示，由填充空气控制阀 125 引入的压缩的填充空气受到紧密填充的原料颗粒的阻挡，在喷射孔 126 处转了一个 U 型的弯，形成了通过管件 120 的反吹。由于这个空气流的作用，管件 120 中的原料颗粒被返向朝填充管路 124 推动，从而将管件排空。反吹过程的这一步通常被称为自然反吹过程。

管件 120 中的原料颗粒被自然反吹推动，随后安装在法兰中的柱塞轴 127 被推出，柱塞末端 128 亦被推出，如图 15(c)所示，型腔模 100 的原料颗粒进料口 122 关闭。原料颗粒被封闭填充在型腔 104 中。残留在填充管路 124 中的原料颗粒也反吹并完全返回到原料罐 123 中，填充过程结束。

但是，在任何一种常规填充方法中，前面所提到的对应于原料颗粒进料口 122 处的成形产品都可能出现过填充的现象，导致成形产品出现形状和外观缺陷的问题。

过填充的现象发生的原因，是由于一般认为，在自然反吹过程中通过填充器 111 的填充管件 120 输送到型腔 104 中的原料颗粒是附着在进料口 122 的型腔 104 一侧，如图 15(b)所示，过量的原料颗粒在填充器 111 一侧堆积成突起形状，在关闭进料口 122 时，堆积的过量原料颗粒被柱塞末端 128 推压入填充的原料颗粒中，如图 15(c)所示，可能会造成该部位的密度异常增大。

为了防止这种过填充，已经尝试过防止过量原料颗粒产生堆积的措施，这些措施包括调节喷射孔 126 喷射的填充空气压力，喷射角度、时间以及其他参数，导致出现其他问题，如反吹处理时间加长，填充空气消耗量增大，等等，但是解决过填充问题的结果始终不能令人满意，问题始终未能解决。

本发明的一个目的是提出一种合成树脂型内发泡成形装置，其可以

使前面所述区域中原料颗粒的填充密度能够均匀调节。

本发明简述

1．型内发泡成形装置

根据本发明的型内发泡成形装置包括：借助于空气流从原料罐经填充器向芯模和型腔模构成的型腔中供应热塑性合成树脂原料颗粒的原料颗粒供应装置；双路系统的空气排放装置，该空气排放装置带有与所述型腔连通的空气压力调节元件，可利用型腔和空气压力调节元件之间的压力差将输送原料颗粒到型腔的空气从型腔中排出，所述的双路系统的空气排放装置的结构是这样的，芯模背面的蒸汽空腔和型腔模背面的蒸汽空腔被用做空气压力调节元件，分别通过芯模和型腔模上的通孔与型腔连通；带有一个或多个与芯模和型腔模之间的缝隙连通的空气压力调节元件的空气排放装置；和控制装置，该控制装置可分别控制或以任意组合的方式控制上述多个空气排放装置中的每个空气压力调节元件的空气压力。

在这种成形装置中，原料颗粒供应装置在借助于空气流将原料颗粒输送到型腔中的同时，空气排放装置将输送到型腔中的空气由型腔中排出，从而使原料颗粒填充在型腔中，而且由于空气排放装置带有至少两个分别控制的系统，可以将原料颗粒填充到填充密度有降低趋势的区域，使成形产品各个部分的填充密度可调，原料颗粒可以首先填充到需要较高强度和刚度的区域，在这些区域内局部增加填充密度，成形产品各个部分的填充密度可以调整到合适的程度，而无须增加填充器的数量，即使成形产品带有填充密度趋于减小的部分，如薄壁部分，亦如此。

除了前面提到的双路系统的空气排放装置之外，还可以提出具有下述结构的空气排放装置，可利用控制装置对多个空气排放装置中的空气压力调节元件的空气压力独立地或以任意组合的方式进行控制。

(1) 可以采用带有一个或多个与不易填充原料颗粒的狭窄的底部内腔部分连通的空气压力调节元件的空气排放装置，可利用控制装置独立

地或以任意组合的方式对多个空气排放装置的空气压力调节元件中的空气压力进行控制，控制方式为将原料颗粒首先填充到不易填充的部位。利用这种结构可以生产出具有良好质量的成形产品，因为这种结构能够在不易填充的部位保持原料颗粒的密度，即使是由于填充密度得不到充分保证采用常规方法难以生产的具有不易填充的复杂形状的成形产品亦是如此。

（2）可以采用带有一个或多个与原料颗粒供应装置有一定距离的远端内腔部分连通的空气压力调节元件的空气排放装置，可利用控制装置独立地或以任意组合的方式对多个空气排放装置的空气压力调节元件中的空气压力进行控制，控制方式为将原料颗粒首先填充到不易填充的部位。利用这种结构可以生产出具有良好质量的成形产品，因为这种结构能够在不易填充的部位保持原料颗粒的密度，即使对于因无法保证填充密度利用常规方法难以生产的具有不易填充的复杂形状的成形产品亦是如此。

前面所述的成形装置还可带有多路系统的空气排放装置，其中芯模背面和/或型腔模背面的空腔可以用作空气压力调节元件。这样，就能够更加精确地控制成形产品各个部分的填充密度，在需要之处增大填充密度，保证成形产品的合适的整体填充密度。

最好利用控制装置对大气压的释放，加压，减压，和/或这些过程的组合以及空气压力调节元件的内压力进行控制，以便能够适当确定原料颗粒在型腔各个部分的填充密度。

2．第一种型内发泡成形方法：改善型腔外缘的填充性能

第一种型内发泡成形方法是适用于合成树脂的型内发泡成形方法，在这个方法中，原料颗粒被填充到由芯模和型腔模组成的型腔中，材料被加热、发泡、融化并形成成形产品，产品被冷却并从型腔中取出，在本方法中，当两件模型合拢时，处于型腔外缘的芯模和型腔模接缝处有与外部连接管路连通的模型间缝隙，利用模型间缝隙可以对各种工作流

体进行控制，如向型腔中输送蒸汽、加压和减压、输送压缩空气等。

尤其是，该方法应包括至少一项下列操作，更加有效地利用芯模和型腔模之间的缝隙。

1）在填充原料颗粒的同时通过缝隙将填充空气排出：这个操作使空气从型腔的外缘末端与由两件模型的排气管排放的空气一同排出，因而即便模型之间不留间隙，原料颗粒也可以到达型腔的外缘末端，避免出现填充密度的不均匀。即使成形产品是深的容器或者在末端具有复杂形状也能够取得改善原料颗粒填充性能的效果。

2）在填充原料颗粒的同时利用缝隙调节型腔中的压力：在这种结构中，可以依据从原料罐输送原料颗粒的填充空气的压力，将背压调节到所需的压力值，这样就能够应用优化的填充方法，例如压力填充法，压缩填充法，和将背压调节到大气压或低于大气压的真空或抽吸填充法。

3）在加热填充的原料颗粒的同时将蒸汽引入缝隙和型腔中，对间隙周围的部分进行加热并且对型腔周围部分的原料颗粒进行辅助加热：这样就具有了成形时间可设计得更短的优越性，因为从前需要相对较多热量难以加热的构成两个模型外缘的法兰现在可直接加热，从而型腔外缘末端的原料颗粒能够更加迅速地被加热。由于能够确保利用蒸汽将空气从外缘末端排出并且通过缝隙单独调节压力，可以将蒸汽压力控制在相对于空腔压力为正压或负压的设定值，进而将模型中的温度平衡调整到最佳状态，因而大大减少循环时间并且节省能源。

4）在冷却期间利用缝隙降低型腔中的压力，以增强因水分蒸发的冷却作用：同样，在这种情况下，由于对需要大量热量且不易冷却的模型法兰的降温能力的增强，循环时间大大缩短。

5）在脱模操作期间从缝隙排出废水，以便取出发泡成形泡沫产品：由于可避免因冷却过程中喷水而在缝隙中和在模型间型腔中积存废水，可以解决弄湿工作场地之类的问题，即使是在开模取出产品时亦如此。

3．第二种型内发泡成形方法：改善不易填充部分的填充性能

第二种型内发泡成形方法是适用于合成树脂的型内发泡成形方法，在这个方法中，原料颗粒被填充到由芯模和型腔模组成的型腔中，材料被加热、发泡、融化形成成形产品，产品被冷却并从型腔中取出，在这个方法中，至少带有不易填充原料颗粒的狭窄的底部部分的模型的背面空腔中的压力相对于被填充器填充到型腔中的原料颗粒的大气压力处于负压状态，以集中填充的方式将原料颗粒预定填充量中的一部分输送并填充到不易填充部位，随后输送预定填充量的其余部分，将所有的原料颗粒填充在型腔中。

在第二种型内发泡成形方法中，原料颗粒可以以集中填充的方式填充到不易填充部位，以防止在这些不易填充部位出现原料颗粒填充密度的局部降低。

不易填充部位的例子包括至少在芯模或型腔模其中之一上形成的袋状凹入部分。填充空气流可能会在这些袋状凹入部分停滞，并且原料颗粒的填充密度降低，在这些不易填充部位以集中填充的方式填充原料颗粒可以防止出现这种填充密度的降低。

原料颗粒还可以在不易填充部位做反复填充，以便在这些不易填充部位采用集中填充的方式填充原料颗粒。

4．第三种型内发泡成形方法：改善不易填充部分的填充性能

第三种型内发泡成形方法是适用于合成树脂的型内发泡成形方法，在这个方法中，前面提到的型内发泡成形装置被用来将原料颗粒填充到芯模和型腔模组成的型腔中，材料被加热、发泡、融化形成成形产品，产品被冷却并从型腔中取出，在这个方法中，在将原料颗粒填充到型腔中时，原料颗粒供应装置借助于空气流将合成树脂组成的原料颗粒从原料罐通过填充器输送到型腔中；在填充原料颗粒的同时，可利用控制装置的自动控制功能以独立地或任意组合的方式对多个空气排放装置的空气压力进行调节来控制型腔中的空气流。

在这个型内发泡成形方法中，带有与不易填充部位连通的空气压力调节元件的双路系统的空气排放装置其中之一的空气排放装置，首先被控制来将原料颗粒最先填充到这些部位，以便保证在这些部位保持适当的填充密度。

下面是利用前面所述的控制装置控制空气排放装置的方法。

（1）可以这样来控制空气排放装置，首先将原料颗粒填充到不易填充的狭窄的底部部位。这样，就能够生产出具有良好质量的成形产品，因为可以将不易填充部位中的原料颗粒填充密度保持在合适的程度，即使是具有复杂形状的成形产品，如不易填充的产品和一直被认为难以生产的产品。

（2）可以这样来控制空气排放装置，首先将原料颗粒填充到距离原料颗粒供应装置较远的部位。这样，就能够生产出具有良好质量的成形产品，因为可以将原料颗粒填充密度趋于减小的较远部位中的原料颗粒填充密度保持在合适的程度。

改善不易填充部位处原料颗粒的填充性能的合适方法是在向型腔中填充原料颗粒时利用调节装置调节单位时间内填充到型腔中的原料颗粒量。

借助于填充空气流将原料颗粒输送到型腔中的同时，利用调节装置调节单位时间内输送的原料颗粒量，原料颗粒可以被更加有效地输送到不易填充的部位，如那些原料颗粒难以填充的狭窄的，处于底部的，薄壁的部位或距离填充器较远的部位。换言之，在调节单位时间内原料颗粒的输送量时，填充过程中原料颗粒之间的接触和碰撞减少，空气流没有直接受到原料颗粒的阻碍，因此原料颗粒可顺畅地填充到不易填充的部位。

就输送装置来说，可设置一输送装置，例如螺旋输送机，在输送原料颗粒的同时利用这个输送装置调节单位时间内输送的原料颗粒量，但是由于原料颗粒可能受到损伤或成形装置的价格可能更高，最好设置一

调节装置以利用调控空气稀释原料颗粒的方式来调节单位时间内借助于空气流输送到型腔中的原料颗粒数量，在输送原料颗粒的同时利用调控空气进行稀释。

就利用前面所述的调节装置将原料颗粒稀释程度的具体数值来说，最终稀释度的定义为，在填充过程中输送到型腔中的空气的体积与原料颗粒的体积的比值，最终稀释度应为 5 或大于 5，最好在 10 至 50 之间。换言之，原料颗粒的最终稀释度小于 5 会导致原料颗粒在不易填充的部位的填充密度过低，所以须将这一数值设置为 5 或大于 5。

5．反吹：改善面对填充器部分的填充性能

下面所述的反吹操作，应该在前面所述的型内发泡成形方法中在型腔中的原料颗粒填充结束之前的瞬间进行。

（1）型腔中的压力相对于存储原料颗粒的原料罐的内压力设为负压，以便在填充原料颗粒时能够将原料颗粒从原料罐填充到型腔中，型腔中的压力调节为正压，而填充结束之前瞬间的反吹操作过程中原料罐中的压力是保持不变的。这样，在反吹过程中就产生了从型腔到原料罐的空气流，使填充器中的过量的原料颗粒附着在型腔一侧，因而可防止原料颗粒在返回流动中的缺陷，并防止因这种返回流动中的缺陷引起的局部填充密度的增大。

（2）型腔中的压力相对于装原料颗粒的原料罐的内压力设为负压，以便在填充原料颗粒时能够将原料颗粒从原料罐填充到型腔中，将原料罐中的压力调节到等于或低于型腔中的压力，而填充完成之前瞬间的反吹操作过程中原料罐中的压力是保持不变的。这样就能够以与（1）段相同的方式防止因返回流动中的缺陷引起的局部填充密度的增大。

（3）在填充结束之前瞬间的反吹操作过程中，如（1）段和（2）段中所述，在调定的压力下发生自然反吹，随后原料进料口被柱塞关闭，产生强制反吹。这样就能确保型腔中的原料颗粒回流到原料罐。

6．型内发泡成形的泡沫产品

相应于本发明的的泡沫产品各个部分的密度可控制在平均密度的±5%之内，比较理想的是在±4%之内，能够达到±3%之内就更加理想。这样的成形产品在过去被认为是很难生产的，但是依据前面所述的型内发泡成形方法就可以生产。成形期间的加热和冷却时间可以缩短，可以确保薄壁部分和类似的部位具有令人满意的强度和刚度，可以生产出更轻的成形产品。

需要将成形产品各个部分的密度控制在平均密度的±5%之内的成形产品具体结构的例子包括形状复杂程度为 1.1 或大于 1.1 的成形产品、薄壁部分的壁厚在 10 至 3 毫米的成形产品、在薄壁部分的壁厚方向排布的颗粒数量为 3 或少于 3 的成形产品，这里将形状复杂程度定义为以厘米为单位求出的成形产品的表面积与体积的比值。

附图简述

图 1 为型内发泡成形装置的立面剖视图；

图 2 为沿图 1 中Ⅱ-Ⅱ线的剖面图；

图 3 为通孔附近区域的立面剖视图；

图 4 为排气管的正视图；

图 5 为另外一种型内发泡成形装置相应于图 2 位置的剖面图；

图 6 为第一种填充方法中使用的型内发泡成形装置的立面剖视图；

图 7 为沿图 6 中Ⅶ-Ⅶ线的剖面图；

图 8 为成形产品的立体图；

图 9 为成形产品的立面剖视图；

图 10 为第二种填充方法中使用的型内发泡成形装置的立面剖视图；

图 11 为填充密度的图表；

图 12 为原料颗粒填充系统的示意图；

图 13 为型内发泡成形装置的立面剖视图；

图 14 为另外一种结构的型内发泡成形装置的立面剖视图；

图 15 为原料颗粒填充系统的示意图。

对本发明的详细描述

下面结合附图对本发明的优选实施例做详细描述。

型内发泡成形装置

如图 1 和图 2 所示，型内发泡成形装置 1 包括彼此对置的芯模 2 和型腔模 3，可向芯模 2 和型腔模 3 构成的型腔 4 中填充原料颗粒 5 的颗粒填充装置，可利用蒸汽对型腔 4 中填充的原料颗粒 5 进行加热、使原料颗粒发泡并融化的蒸汽供应装置，以及对成形产品进行冷却的冷却装置。

芯模 2 和型腔模 3 固定在带有框架 10 和背板 11 的壳体 12 上，空腔 30 和 31 分别位于型腔模 3 和芯模 2 的背面。

如图 1 和图 3 所示，在芯模 2 和型腔模 3 上加工有包括排气管 13 和透气孔 14 的通孔 15，空腔 30 和 31 通过通孔 15 与型腔 4 连通。如图 3 和图 4 所示，排气管 13 是配装在芯模 2 和型腔模 3 上的安装孔 16 中的零件，是带底的圆筒，在底面上带有多个直径小于原料颗粒 5 直径的圆形通孔 17a 或长孔 17b。如图 3 所示，透气孔 14 是在芯模 2 和型腔模 3 上加工出的直径小于原料颗粒 5 直径的通孔。

芯模 2 和型腔模 3 的外边缘带有法兰 2a 和 3a，模型合拢后在法兰 2a 和 3a 之间形成了通过芯模 2 和型腔模 3 之间的缝隙 18 与型腔 4 连通的模型间空腔 32。芯模 2 和型腔模 3 之间的缝隙 18 小于原料颗粒 5 的直径，在填充原料颗粒 5 时，只允许与原料颗粒 5 一起进入型腔 4 中的空气通过，因此原料颗粒 5 留在了型腔 4 中。缝隙 18 可以分布在芯模 2 和型腔模 3 的整个周边，也可以只在需要的部位局部设置。如图 5 所示，缝隙 18 还可以分成多段（在图中分为二段），并设置与多段缝隙 18 相对应的多个模型间空腔 32。

空腔 30 和 31 以及模型间空腔 32 通过供给阀 SV1，SV2，和 SV3 以及供给开关阀 SWV1 和 SWV2 分别与蒸汽供应管路 20 及空气供应管路 21 连接，并且通过排放阀 DV1，DV2，和 DV3 以及开关阀 SWV3 和 SWV4 分别

与排放管路 22 及安装有真空泵 P 的真空管路 23 连接。通过控制供给阀 SV1 至 SV3，排放阀 DV1 至 DV3 以及开关阀 SWV1 和 SWV2，可以分别将诸如蒸汽或真空空气之类的工作流体输送到空腔 30 和 31 以及模型间空腔 32 中或从这些空腔中排出。而且，如果缝隙 18 和模型间空腔 32 是如前面所述那样分成多段的，工作流体可以分别输送到每个模型间空腔中和从每个模型间空腔中排出。

下面对颗粒填充装置进行说明。如图 1 所示，设置有存储原料颗粒 5 的原料罐 24。一空吸管 25 与原料罐 24 连接，空吸管 25 上装设了空吸阀 V1，空吸阀 V1 被控制来调节原料罐 24 的内压。

与型腔 4 连通的填充器 26 安装在型腔模 3 一侧的背板 11 上，闸阀 27 与原料罐 24 连接，填充器 26 通过填充管路 28 与原料罐 24 连接，原料罐 24 中的原料颗粒 5 借助于空气流从原料罐 24 输送到型腔 4 中。填充空气供应管路 29 与填充器 26 连接，通过安装在填充空气供应管路 29 中的填充空气控制阀 V2 提供具有合适压力的填充空气。如果将原料罐 24 的内压设定为等于或高于空腔 30 和 31 以及模型间空腔 32 的压力，就可以将原料罐 24 的内压设定为大气压，减压或增压状态。

应该选择物理性能能够满足成形产品使用要求的材料作为原料颗粒 5。可以使用聚乙烯或聚丙烯之类的聚苯乙烯基合成树脂材料，聚烯烃基合成树脂材料，或共聚物和类似的合成树脂材料。

原料颗粒 5 的发泡程度取决于原料颗粒 5 的材料，合适的范围是 3 至 150 倍。聚苯乙烯基合成树脂的原料颗粒应该发泡到 3 至 100 倍，最好在 3 至 80 倍，聚烯烃基合成树脂的原料颗粒应该发泡到 3 至 90 倍，最好在 3 至 60 倍。可以采用的颗粒直径范围为 1 至 10 毫米。聚烯烃基合成树脂的原料颗粒本身是软的，具有韧性和很高的透气性，其颗粒形状的变形性能在发泡程度相同的条件下比聚苯乙烯基合成树脂的原料颗粒要大的多，因此可以非常有效地改善本发明的填充性能。一般来说，聚烯烃基合成树脂的原料颗粒同聚苯乙烯基合成树脂的原料颗粒相比形

状偏差较大，填充性能较差。因此，在使用聚烯烃基合成树脂的原料颗粒时，更容易显现出本发明对填充性能方面的改善。

型内发泡成形方法

下面的型内发泡成形方法可用于带有前面所述的缝隙 18 的型内发泡成形装置 1 中。

本发明的型内发泡成形方法是这样一种方法，原料颗粒 5 被填充在由一对模型 2 和 3 围绕组成的型腔 4 中，颗粒被加热并发泡形成成形产品，成形产品被冷却并从型腔中取出，在本方法中，当两件模型合拢时，型腔 4 外缘末端 4a 处两个模型 2 和 3 外缘部分接缝处有缝隙 18，利用通过缝隙 18 与型腔 4 连通的模型间空腔 32 可以控制各种工作流体，如向型腔中输送蒸汽，加压和减压，输送压缩空气等；即在本方法中可供应各种工作流体并且对压力进行调节。

这样，以控制进入模型间空腔 32 的流体的方式借助于缝隙对工作流体的控制，以及以控制进入空腔 30 和 31 的流体的方式借助于模型 2 和 3 上的通孔 15 对工作流体的控制，可以分别进行或共同进行，可以根据成形条件做出适当选择，尽管分别控制是较佳方式，因为分别控制方式可实现高精度运行。

上面所述的本发明的发泡成形方法可以作为一种型内发泡成形方法在实际中使用，其中包括至少一种下面所述的利用前述的模型间空腔 32 的操作。

1）在填充原料颗粒阶段输送来自原料罐 24 的原料颗粒 5 的填充空气由模型 2 和 3 接缝处的缝隙 18 排出。这样，由于空气从型腔 4 的外缘末端 4a 排出，同时也从两个模型 2 和 3 的通孔 15 排出，模型之间不留间隙原料颗粒也能够充分散布，防止填充密度不均匀。即使成形产品是深的容器或末端具有复杂形状，也能获得原料颗粒 5 的更好的填充性能。

2）在填充原料颗粒阶段不但以上述方式将空气排出，还可以利用

缝隙 18 对型腔中的压力进行调节。即，参照从原料罐 24 输送原料颗粒 5 的填充空气的压力，将背压调节到所需要的压力，因而可应用最佳的填充方法，例如压力填充法，压缩填充法，和将背压调节到大气压或低于大气压的真空或抽吸填充法。

3）在对填充的原料颗粒 5 进行加热的阶段，将蒸汽引入缝隙 18 中和型腔 4 中，以利于对型腔 4 周围部分的原料颗粒 5 进行加热。

构成两个模型 2 和 3 外缘的法兰 2a 和 3a 以前需要相对较多热量难以加热，现在可直接加热，从而型腔 4 的外缘末端 4a 处的原料颗粒 5 可以被更快地加热，这样就具有成形时间可设计得更短的优越性。

由于能够确保利用蒸汽将空气从外缘末端 4a 排出并且通过缝隙 18 分别调节压力，可以相对于空腔压力将蒸汽压力控制在正压或负压状态，使模型 2 和 3 中的温度平衡处于最佳状态，因而大大减少循环时间并且节省能源。

4）在冷却阶段除了喷射冷却水，还要通过缝隙 18 来降低型腔 4 中的压力，利用因喷水而进入型腔 4 中的水分的蒸发来加强冷却作用，以及排出废水。

这样也能够明显缩短循环时间，因为增强了对需要大量热量并且难以冷却的模型法兰 2a 和 3a 的降温作用。

5）在取出发泡成形产品的脱模阶段，缝隙 18 和模型间空腔 32 中积存的废水被排出。因此，可以避免由于在冷却过程中喷水而在缝隙 18 和模型间空腔 32 中积存废水，可以解决弄湿工作场地之类的问题，即使是在开模取出产品时亦如此。

填充方法的第一种实施例

下面是填充方法的第一种实施例。

本填充方法适用于能够制造具有复杂形状成形产品 50 的型内发泡成形装置，这类产品可以是如图 8 和图 9 所示的产品。

首先对型内发泡成形装置进行说明。由于这种型内发泡成形装置与

前面所述的型内发泡成形装置 1 具有基本相同的结构，这里只对不同之处做叙述。与前面所述型内发泡成形装置相同的零件用相同的符号标注，并且不做详细叙述。

如图 6 和图 7 所示，不易填充的狭窄的、底部部分 40 位于型内发泡成形装置 1A 的芯模 2 上，在图 8 和图 9 所示的成形产品 50 中的分隔板 51 由这些不易填充部分 40 构成。排放管路 41 与不易填充部分 40 底端连通，排放管路 41 分别通过排放阀 DV4 和开关阀 SWV3 和 SWV4 与排放管路 22 及真空管路 23 连接。可以根据成形产品的形状，随意确定这些不易填充部分 40 的形状以及它们的成形位置。例如，模型上的可形成成形产品突起部分的袋状凹入部分或距离填充器 26 较远的部分，例如图 6 所示的缝隙 18 附近的部分，如果这些部分不易用原料颗粒 5 来填充，可以采取与不易填充部分 40 相同的方法来处理。同样，本发明也可以用于没有不易填充部分的模型。

在本填充方法中，前述的空腔 30 和 31，模型间空腔 32，以及排放阀 DV4 上游侧（靠近型腔 4 一侧）排放管路 41 中的空间 33 构成了一个空气压力调节元件，在将原料颗粒 5 填充到型腔 4 中的过程中，可在排放随原料颗粒 5 输送来的空气同时对空气压力进行调节。

四路系统的空气排放装置包括从空腔 30 经排放阀 DV1 到排放管路 22 或真空管路 23 的空气排放装置，从空腔 31 经排放阀 DV2 到排放管路 22 或真空管路 23 的空气排放装置，从模型间空腔 32 经排放阀 DV3 到排放管路 22 或真空管路 23 的空气排放装置，和从管路空间 33 经排放阀 DV4 到排放管路 22 或真空管路 23 的空气排放装置。与模型间空腔 32 或管路空间 33 连通的空气排放装置其中之一可以省略。至少空腔 30 和 31 以及模型间空腔 32 中的一个可以分隔成多个空间，形成多重系统的空气排放装置，其中的多个空间起到空气压力调节元件的作用。在有几个不易填充部分 40 时，可设置另外的多重系统的空气排放装置，在这个装置中一个排放管路与几个不易填充部分中的每一个连接。

该成型装置还设置了可对前述排放阀 DV1 至 DV4 中的每一个进行单独控制的控制装置（图中未示），在填充原料颗粒 5 时排放阀 DV1 至 DV4 由控制装置自动控制，因此，空腔 30 和 31、模型间空腔 32 以及管路空间 33 中的每一个的内压都可以单独地或以任意的组合方式进行调节。

调节空气输送管路 42 连接在填充管路 28 和装设在原料罐 24 上的闸阀 27 之间，具有合适压力的调节空气通过设置在调节空气输送管路 42 中的调节空气控制阀 V3 输送到填充管路 28 中。调节装置包括这段调节空气输送管路 42 和调节空气控制阀 V3，原料颗粒 5 在从原料罐 24 输送到填充管路 28 中的同时被调节空气稀释。调节空气的输送量是可变化的，因而可以调节单位时间内输送到填充管路 28 中的原料颗粒 5 的数量，即下面所述的最终稀释度。可以利用螺旋输送机之类的输送装置将原料颗粒 5 从原料罐 24 输送到填充管路 28，这时就可以省略调节空气控制阀 V3 和调节空气输送管路 42，螺旋输送机的速度是可变化的，可调节单位时间内输送到型腔 4 中的原料颗粒 5 的数量。

下面叙述利用前面所述型内发泡成形装置 1A 填充原料颗粒 5 的方法的一个例子。

首先，将芯模 2 和型腔模 3 合拢，对原料罐 24 中的空气预加压，对空腔 30 和 31、模型间空腔 32、管路空间 33 以及型腔 4 中的空气预加压。空腔 30 和 31、模型间空腔 32、管路空间 33 以及型腔 4 中的压力应该根据填充难度来调节。

其次，将填充器 26 的出口、闸阀、填充空气阀 V2 和调节空气控制阀 V3 打开，开始填充原料颗粒 5。填充空气阀 V2 处的填充空气压力至少为 $2Kg/cm^2$ 或高于原料罐 24 的内压，并且调节到 $4Kg/cm^2$ 的绝对压力或更高。

在填充期间，原料颗粒 5 在流进型腔 4 的同时被原料罐 24 中的压缩空气，来自调节空气控制阀 V3 的压缩空气以及来自填充空气阀 V2 的压缩空气所稀释。这时用进入型腔 4 中的空气与原料颗粒 5 的体积比所

表示的最终稀释度要设定在 5 或大于 5，最好在 10 至 50 之间，这里最终稀释度的定义是填充期间输送到型腔 4 中的空气的体积与原料颗粒 5 的体积的比值。如果原料颗粒 5 的最终稀释度大于 50，单位时间内原料颗粒 5 的填充量就会减少，造成填充时间过长，成形循环时间过长以及增加空气消耗量的问题。比较合适的范围是 10 至 50 之间，因为如果最终稀释度小于 10，在填充管路 28，填充管路 26 或型腔 4 中的原料颗粒 5 之间会有更多的接触和碰撞，造成阻碍原料颗粒 5 填充的阻力加大，并且原料颗粒 5 会干扰空气流导致填充质量劣化。在利用螺旋输送机之类的输送装置输送原料颗粒 5 的情况下，将螺旋输送机的旋转速度调整到最终稀释度所需的数值，就能够确定单位时间内输送到型腔 4 中的原料颗粒 5 的数量。

流入型腔中的压缩空气通过通孔 15 和缝隙 18 使空腔 30 和 31，模型间空腔 32 以及管路空间 33 中的压力升高。同时，利用排放阀 DV1 至 DV4 可单独地或以任意的组合方式对空腔 30 和 31、模型间空腔 32 以及管路空间 33 中的压力进行调节，因此原料颗粒 5 可以首先被填充到原料颗粒 5 不易填充的部位，以便调整成形产品各个部分不均匀的密度，并且确保合适的填充密度。

例如，当空腔 30 和 31，模型间空腔 32 以及管路空间 33 的内压力为设定压力或高于设定压力时，排放阀 DV1 至 DV4 顺序打开，如果设定压力的设定顺序为空腔 30＞空腔 31＞模型间空腔 32＞管路空间 33，排放阀 DV4 首先打开使原料颗粒 5 填充到不易填充的部位 40；当原料颗粒 5 对不易填充部位 40 的填充接近完成时，空腔 30 和 31 以及模型间空腔 32 的内压力升高，排放阀 DV3 先打开使原料颗粒 5 填充到型腔 4 的外缘。这样，排放阀按照逐渐增大的设定压力的顺序逐个打开，使原料颗粒 5 填充到型腔 4 中。

在另外一种控制方法中，填充过程分为四个部分，第一阶段只利用排放阀 DV4 控制管路空间 33 中的压力，在第二阶段利用排放阀 DV3 和 DV4

控制模型间空腔 32 和管路空间 33 中的压力，在第三阶段利用排放阀 DV2 至 DV4 控制空腔 31、模型间空腔 32 和管路空间 33 中的压力，在第四阶段利用排放阀 DV2 至 DV4 控制空腔 30 和 31、模型间空腔 32 以及管路空间 33 中的压力，型腔 4 被顺序填充。

在填充完原料颗粒 5 之后，关闭填充器 26 的出口，关闭调节空气控制阀 V3，利用填充空气将残留在填充器 26 和填充管路 28 中的原料颗粒 5 回送到原料罐 24，然后关闭填充空气控制阀 V2 和闸阀 27，从而完成填充循环，随后要进行一系列包括加热，冷却和脱模等常规成形工序才能得到需要的成形产品。

利用这种方法成形的成形产品具有良好的质量，很少有密度不均匀现象，例如这些产品包括 a）形状复杂程度为 1.1 或大于 1.1 的成形产品，优选形状复杂程度为 1.2 或大于 1.2，最好为 1.3 或大于 1.3，其中形状复杂程度的定义为以厘米为单位求出的成形产品的表面积与体积的比值，b）薄壁部分的壁厚在 10 至 3 毫米的成形产品，优选壁厚在 8 至 3 毫米，最好为 6 至 3 毫米，c）在薄壁部分的壁厚方向排布的颗粒数量为 3 或少于 3 的成形产品。成形产品各个部分的密度应在平均密度的±5%之内，优选在±4%之内，最好在±3%之内，即使是通常被认为是难以填充的成形产品亦如此。对于比方便面杯容器之类简单形状的产品更大和形状更复杂的成形产品来说，本发明更能发挥作用。本发明尤其适用于同时具有薄壁和厚壁的物品。

下面对利用这种填充方法填充原料颗粒 5 所成形的成形产品的评价试验进行叙述。

利用四种填充方法（分别采用留间隙填充方法，加压填充方法，压缩填充方法，以及本发明的填充方法填充原料颗粒 5）作为填充原料颗粒 5 的方法来成形图 8 和图 9 所示形状的成形产品 50，生产出四种成形产品 50。在图 9 所示的成形产品 50 分隔板 51 的端部 52，中部 53 和底部 54 分别测量密度，结果如表 1 所示。表 1 所示的成形产品是采用发

泡度为 53 倍的聚丙烯颗粒制成。成形产品是盒子形状的，外部尺寸为长 40 厘米，宽 25 厘米，高 14 厘米。长度方向有 5 个厚度 0.8 厘米的筋，宽度方向有 1 个厚度 0.8 厘米的筋。重量为 160 克。发泡度为 45 倍，形状复杂度为 2.46。同样外型尺寸的矩形平行六面体的形状复杂度为 0.27，盒子形状的无筋成形产品的形状复杂度为 1.04。

表 1 （单位：克/升）

	普通填充方法			本发明的填充方法
	留间隙填充法	加压填充法	压缩填充法	
端部	15	16	17	21
中部	18	19	19	20
底部	24	22	21	20

如表 1 所示，利用普通填充方法填充原料颗粒 5 所生产的成形产品分，从隔板 51 的底部 54 到端部 52 密度减小，而利用本发明的填充方法填充原料颗粒 5 生产的成形产品的密度基本是均匀的。也就是说，可以看出，本发明的方法能够生产出具有良好质量和很少有密度不均匀的成形产品。在设计普通的成形产品时，必须考虑在低密度部分要获得足够的强度，这样就导致了成形产品过重的问题，而本发明的成形产品各个部分基本具有均匀的密度，可确保足够的成形强度，可使成形产品更轻，所使用的原料颗粒 5 数量更少，因此降低了成形产品的制造成本。

在这个实施例中，空腔 30 和 31、模型间空腔 32，管路空间 33 的内压力的控制方式可保证成形产品各个部分密度是均匀的，但是也可以在需要更高强度的部位局部增加原料颗粒 5 的填充密度。当然，本发明也可以用于生产与成形产品 50 形状不同的各种形状的成形产品。

填充方法的第二种实施例

下面对填充方法的第二种实施例进行说明。

如图 10 所示，用于本填充方法的型内发泡成形装置 1B 与前面所述的型内发泡成形装置 1A 的区别在于，在两件模型 2 和 3 之间没有缝隙 18 或模型间空腔 32，省去了排放管路 41 和排放阀 DV4，还省去了排放阀 DV3 和供给阀 SV3。结构的其他部分是相同的，相同的零件用相同的符号标注亦不对其做详细的叙述。

第一个特点是，至少带有前述的不易填充部位 40 的芯模 2 一侧的空腔 31 中的压力被控制在相对于填充的原料颗粒的大气压力为负压状态，预定填充整个型腔的原料颗粒填充量的一部分，最好是对应于不易填充部位的填充量，以集中填充的方式被输送并填充到前述的不易填充部位 40 中。这时，如下面的表 2 所示，在压力作用下流向型腔模 3 一侧的空腔 30 空气有助于集中填充的进行。

第二个特点是，在前述的集中填充过程中，空腔 30 和 31 的压力都调整到相对于填充的原料颗粒的大气压力为负压状态，以便将原料颗粒 5 的预定填充量的其余部分输送并填充在整个型腔 4 中。这时，可利用原料罐 24 的升高的压力代替作为填充的原料颗粒的大气压力的标准压力。

下面的表 2 中分步骤详细列出了这些操作。

表 2

步骤	闸阀 27	供给阀 SV1	排放阀 DV1	排放阀 DV2	填充空气控制阀 V2	内容
待填充	关闭	关闭	打开	打开	关闭	升压
第一填充	打开	↑	关闭	↑	打开	部分输送
集中填充	关闭	打开	↑	↑	↑	集中填充
调压	↑	关闭	打开	↑	↑	填充准备
第二填充	打开	↑	↑	↑	↑	全量填充
第一反吹	↑	↑	↑	↑	↑	自然反吹
第二反吹	打开	↑	↑	↑	打开	强制反吹

说明：排放阀 DV1 和 DV2 的“关闭”表示大气排放或调整排放状态。

（1）在待填充过程中，例如，可将原料罐 24 加压至大约 1.2Kg/cm^2，两个空腔 30 和 31 调整到大约 1.0Kg/cm^2，在大约 0.2Kg/cm^2 的压差下为填充操作做准备。

考虑到填充速率，可靠性，控制的方便以及其他的因素，压差最好设定在 0.01 至 0.5Kg/cm^2 范围内。

（2）在第一填充过程中，排放阀 DV1 关闭，闸阀 27 打开，原料罐 24 与空腔 31 之间保持着压差，因此，相应于前述的不易填充部分 40 体积的原料颗粒 5 被输送到型腔 4 中，供下一步的集中填充使用。

（3）在集中填充过程中，原料颗粒 5 的供应暂时停止，供给阀 SV1 打开，空腔 30 加压至大约 2.0Kg/cm^2。在这种情况下，空腔 31 的压力调整到大约 1.8Kg/cm^2，压力差保持在 0.2Kg/cm^2 左右。大约四秒后，由于压力差产生了从空腔 30 到空腔 31 的空气流，所以先前输送的原料颗粒 5 以集中填充方式流入并填充在不易填充部分 40 中。

在这种情况下，空腔 30 和 31 中的压力设定应高于上面所述的先前的第一填充过程的压力。在这个设定压力下，原料颗粒 5 受到更大的压力作用被压缩成更小的体积，这样就可实现对不易填充部分更加有效的填充。

这个加压应该在维持前面所述的压力差的前提下，将原料罐 24 中的压力增大到 0.01Kg/cm^2 至 5.0Kg/cm^2 的范围内。

（4）在随后的压力调整过程中，停止对空腔 30 的加压，空腔 30 和 31 中的压力以及原料罐 24 的内压力回复到它们在第一填充过程中的压力值，以便为下一步满负荷运行的第二填充过程做准备。

在本发明中，如果前面所述的不易填充部分 40 特别深和狭窄或者有多个不易填充部分 40 时，前述的第一填充过程，集中填充过程，压力调整过程可根据需要反复进行。

（5）在第二填充过程中，对空腔 30 和 31 中的压力进行调节，保

持与前面第一填充过程中相同的压力差，将原料颗粒 5 预定填充量的其余部分输送并填充到整个型腔 4 中。

（6）在后面的第一反吹过程和第二反吹过程中，在进行的被称为自然反吹的第一反吹过程中，在原料颗粒 5 填充到型腔 4 中后，原料颗粒层形成了阻碍，并造成填充器 26 中的填充空气回流，而随后发生的第二反吹包括了填充器 26 进口处于关闭状态下的强制反吹，留在管路中的所有原料颗粒 5，如留在填充器 26 和填充管路 28 中的原料颗粒，回流到原料罐 24 中。

当上述的原料颗粒 5 的填充步骤完成时，要进行下面的加热步骤。

到现在为止的叙述中，不易填充部分 40 是在芯模 2 上，如果不易填充部分 40 是在型腔摸 3 上，可以采用把到现在为止的叙述中的空腔 30 和 31 反转过来的方法，能够取得完全相同的作用和效果。

在这种填充方法中，结构与前面所述相同，可以采取与填充其他部分相同的方式填充不易填充的部分，例如具有不易填充的袋状断面部分。

图 11 所示为与表 1 形状不同的复杂程度为 2.44 的盒子形发泡成形泡沫产品在不同位置处的密度分布情况。其中，水平轴（A）表示的是不易填充部分上的突起端部，包括袋状凹入部分和发泡成形泡沫产品的外壁边缘，轴（B）表示的是发泡成形产品的壁部分，轴（C）表示的是底部部分。

结果表明，用○表示的利用普通方法制成的发泡成形产品密度不均匀现象严重，A 和 B 部分密度很低，C 处的密度高，而用Δ表示的利用本发明的填充方法将这种密度不均匀减少大约 1/2。这样，发泡成形产品各个部分的密度在 16.4 至 18.2 之间，在平均密度 17.3 的±5%范围内。

因为在填充过程中没有或只有很小的间隙宽度，本发明还可以解决由于留间隙造成的密度不均匀问题。不需要更多数量的填充器，可将填

充器的数量保持在最低限度，从而大大减少工作流体，如填充空气的用量。每个成形产品所配置的填充器的数量也可以减少，更加有效地利用整个模型表面面积，可以实现与简单形状的普通模型同样的更高生产效率。

反吹方法

下面叙述反吹方法的另外一个实施例。在反吹阶段中，填充过程结束后残留在填充器 26 或填充管路 28 中的原料颗粒被反吹到原料罐 24 中，反吹阶段在各种填充方法中均被采用，包括留间隙填充法，加压填充法和压缩填充法。

首先叙述原料颗粒填充系统的结构。

如图 12 所示，填充器 26 包括原料颗粒从中流过的填充管路 60 和法兰 61。填充管路 60 的末端通过空腔 30 与型腔摸 3 上的通孔 62 连通。与填充管路管件 60 末端的供料孔 62 接通的填充空气通道 63 沿着填充管路 60 设置在填充管路管件 60 内，填充空气通道 63 的底部与填充空气输送管路 29 连接。

这个方法与相关技术一节中所述的方法在一些方面是相同的，例如，为了使型腔 4 中的压力相对于调整为 1.0Kg/cm^2 的原料罐 24 的压力为负压，空腔 30 和 31 中的压力要调整到 0.8Kg/cm^2，这样就能将原料颗粒 5 输送到型腔 4 中，在压力大约为 6Kg/cm^2 左右的填充空气通过填充空气阀 V2 和填充空气通道 63 从填充管路管件 60 的末端排出，如图 12(a)中的箭头所示。

第一实施例的一个特点是，在这样将原料颗粒充满型腔时，开始自然反吹，如图 12(b)中所示的状态，但是由于原料罐 24 的压力保持不变，具体来说，是保持在 1.0Kg/cm^2，这时反吹是通过将空腔 30 和 31 中的压力控制在 0.8 至 1.5Kg/cm^2 之间而实现的，因此型腔 4 中的压力保持为正压。

第二实施例的特点是，在自然反吹开始时，将原料罐 24 的压力控

制在与型腔 4 中的压力相同，例如 0.8Kg/cm^2，或者为负压状态，同时保持型腔 4 中的压力，换句话说，保持在 0.8Kg/cm^2。这时，需将原料罐 24 的压力调整到 0.8 至 0.3Kg/cm^2 之间。

原料罐 24 的压力与型腔 4 的压力之间的最大压力差必须是 0.5Kg/cm^2，如第一和第二实施例中所述。

在这个填充步骤中，自然反吹是在这样的压力条件下进行的，然后以与以往同样的方式将柱塞 61 的柱塞轴 64 推出，型腔 4 的原料颗粒进料口 62 被柱塞前端部 65 关闭。用这样的方法生产的发泡成形泡沫产品不会象普通填充方法中那样受到靠近填充进料口 62 的部分的过填充的影响。

这得益于下列现象。

在以实施例中所述方式实施反吹时，根据前述的第一和第二实施例中确定的压力条件，对前述的型腔 4 中和原料罐 24 中的压力进行调整，因此将原料颗粒 5 从填充器 26 输送到型腔 4 的空气流减弱或停止，促使型腔模 3 进料口 62 附近的原料颗粒 5 附着到型腔 4 内的压力也减弱，防止了过量的原料颗粒 5 的堆积，如图 12(b)所示。

过填充是不确定的，取决于原料颗粒 5 重量比和原料颗粒进料口 62 周围型腔 4 的壁厚，原料罐 24 的压力与型腔 4 的压力之间的压力差必须根据最终产品做适当的设置，采用前述实施例中的两种自然反吹方法也要适当做出选择。

最大压力差为 0.5Kg/cm^2，因为压力大于 0.5Kg/cm^2，会造成原料颗粒 5 的回流并造成型腔 4 中已填充部分的至少局部损坏。

自然反吹的开始是可以检测到的，因为填充管路 28 中原料颗粒 5 的流动停止了，所以要按照上述的方法对原料罐 24 的压力与型腔 4 的压力进行调整。在本发明中，可以将型腔 4 的压力当作与环绕型腔 4 的空腔 30 和 31 中的压力相等来处理，因此型腔 4 的压力的调整可以通过对进出空腔的空气的输送和排放来实现，控制是基于压力的控制。

为了调整型腔 4 中的压力进而相对于原料罐 24 的内压力保持规定的压力差，本发明的一个较佳方法是分别调整空腔 30 和 31 中的压力来形成型腔 4 中的压力差。

例如，如果型腔模 3 与填充器 26 连接一侧的空腔 30 中的压力设置为高于另外一侧芯模 2 的空腔 31 中的压力，在自然反吹过程中，进料口 62 周围的压力可以相对于原料罐 24 的压力设置为正压，已经填充的原料颗粒 5 就可以保持附着在型腔模 3 一侧的状态，具有降低原料颗粒 5 回流趋势的优越性。

工业的可应用性

1．型内发泡成形装置

根据相应于本发明的型内发泡成形装置，在利用原料颗粒供应装置借助于空气流将原料颗粒输送到型腔中的同时，输送到型腔中空气被空气排放装置从型腔中排出，原料颗粒被填充到型腔中，由于空气排放装置包括至少两个单独控制的系统，原料颗粒可以首先被填充到填充密度有减小趋势的部位，例如，可在成形产品的各个部分设定更加均匀的填充密度，原料颗粒可以首先被填充到需要更高强度和刚度的部位，在这些部位增加局部填充密度。可在成形产品的各个部分优化设置填充密度而不需要增加填充器的数量，即使成形产品带有填充密度有减小趋势的部位，如薄壁部分。

设置带有一个或多个与芯模和型腔模之间缝隙连通的空气压力调节元件的空气排放装置，可以使输送到型腔中空气从环绕型腔的缝隙中更加有效地向外排出。例如，在制造深底容器或类似产品时，将缝隙设置在相对于容器边缘的位置处，可以保持合适的填充密度，改善容器质量，而无须增加填充器的数量。

设置带有一个或多个与不易填充原料颗粒的处于底部的狭窄内腔相连通的空气压力调节元件的空气排放装置，可以生产出质量良好的成形产品，因为能够将不易填充部分的原料颗粒填充密度保持在合适的程

度，即使对于具有复杂形状的成形产品亦如此，如不易填充的产品和从前由于填充密度不能令人满意而被认为难以生产的产品。

设置带有一个或多个与距离原料颗粒供应装置较远部分的内腔相连通的空气压力调节元件的空气排放装置，可以生产出质量良好的成形产品，因为能够在填充颗粒的填充密度有减小趋势的较远部位将填充密度保持在合适的程度。

设置包括空气排放装置的多路空气排放装置，空气排放装置的芯模背面的空腔和/或型腔模背面的空腔被分为多个部分，这些空腔被用做空气压力调节元件，这样就能更精确地控制成形产品各个部分的填充密度，因此改善必要部分的填充密度并确保成形产品的整体的合适填充密度。

大气压的释放、加压、减压和/或这些操作的组合以及空气压力调节元件内压力都应该由控制装置根据在型腔任意部分处任意设定的原料颗粒填充程度进行控制。

2．第一种型内发泡成形方法；改善型腔的外缘处的填充性能

第一种型内发泡成形方法中，在填充原料颗粒时，空气通过缝隙被排出，因此在空气被从两件模型的中心排气管排出的同时，还可以从型腔的外缘末端排出，因而即使模型间不留间隙也可足以使原料颗粒能够到达型腔的外缘末端，防止填充密度的不均匀。另外一个优越性是即便对于深的容器或带有复杂形状的末端部分的成形产品，也能够改善原料颗粒的填充性能。

在填充原料颗粒时，利用缝隙还可以调节型腔中的压力，可相对于从原料罐输送原料颗粒的填充空气压力将背压调整到需要的压力，因而可应用最佳的填充方法，例如压力填充法，压缩填充法，和将背压调节到大气压或低于大气压的真空或抽吸填充法。

除了在填充过程中的那些优越性之外，以这种方式设置的缝隙还有以下的效果。

①缩短设计的成形时间的优越性，由于构成两件模型外边缘的柱塞（法兰）可以通过缝隙直接被加热，而从前这些部分需要大量的热，难以被加热。由于能够确保利用蒸汽将空气从外缘末端排出并且通过缝隙分别调节压力，可以相对于空腔压力将蒸汽压力控制在正压或负压设定状态，使模型中的温度平衡处于最佳状态，因而大大减少循环时间并且节省能源。

②循环时间可以大大缩短，因为在前述的冷却过程中增强了对需要大量热量并且难以冷却的模型法兰的降温作用。

③由于可以避免在冷却期间因喷水造成缝隙中和模型间空腔中的废水积存，能够解决弄湿发泡成形产品和弄湿工作场地之类的问题，即使在打开模型取出发泡成形产品时也如此。

3．第二种型内发泡成形方法；改善不易填充部分的填充性能

根据第二种型内发泡成形方法，可利用集中填充方式将原料颗粒填充到不易填充部分，这样就能防止在诸如袋状凹入部分的不易填充部分出现原料颗粒填充密度局部降低。尤其是在原料颗粒反复被输送到不易填充部分时，可以将原料颗粒填充在这些不易的填充部分。

4．第三种型内发泡成形方法；改善不易填充部分的填充性能

根据第三种型内发泡成形方法，带有与不易填充部分相连通的空气压力调节元件的空气排放装置，例如双路系统的空气排放装置中的空气排放装置，首先被控制来将原料颗粒先填充到这些部分，以确保这些部分的合适的填充密度。

如果利用前述的控制装置来控制空气排放装置，使原料颗粒首先被填充到原料颗粒不易填充的位于底部的形状窄小的部分，就能够生产出质量良好的成形产品，因为在不易填充部分的原料颗粒填充密度能够保持在合适的程度，即使对于具有复杂形状的成形产品也是如此，如那些在过去因填充密度无法保持在令人满意的程度而难以填充的部分。

如果利用前述的控制装置来控制空气排放装置，使原料颗粒首先被

填充到距离原料颗粒供应装置较远的部分，就能够生产出质量良好的成形产品，因为在不易填充部分的原料颗粒填充密度能够保持在合适的程度。

作为另外一种改善原料颗粒在不易填充部分填充性能的方法，如果在借助于填充空气流向型腔中填充原料颗粒的同时，利用调节装置调节单位时间内填充到型腔中的原料颗粒数量，就可以更加有效地输送原料颗粒，即使是原料颗粒不易填充的狭窄的，位于底部的，薄壁的部分或是距离填充器较远的部分亦如此。

如果用调节空气稀释原料颗粒并且借助于填充空气将原料颗粒流输送型腔中，且以此作为前述的调节装置，就能够降低调节装置的制造成本，并且防止填充过程中原料颗粒的损伤。

如果利用前述的调节装置将原料颗粒的最终稀释度设定为 5 或大于 5，就可以确保在原料颗粒不易填充部分具有足够的填充密度。

5．反吹；改善与填充器对面部分的填充性能

根据前述的型内发泡成形方法，在填充结束之前的瞬间的反吹过程中，在原料罐中的压力保持不变的情况下，如果将型腔的压力设置为正压，或在原料罐中的压力保持不变的情况下，将原料罐的压力设置等于或低于型腔的压力，就能够形成从型腔到原料罐的空气流，防止因过量的原料颗粒附着在填充器中型腔一侧造成的原料颗粒返回流动中的缺陷，并防止因这种返回流动中的缺陷引起的局部填充密度的增大。

在自然反吹过程之后，原料进料口被柱塞关闭，随后产生的强制反吹能确保填充器中的原料颗粒回流到原料罐。

6．发泡成形产品

根据本发明的型内发泡成形产品，泡沫产品各个部分的密度可控制在平均密度的±5%范围之内，因此可确保薄壁部分和类似的部位具有合适的强度和刚度，同时使生产出的成形产品重量更轻。

带有薄壁或复杂形状的成形产品包括以厘米为单位求出的由成形产

品的表面积与体积的比值所定义的形状复杂程度为 1.1 或大于 1.1 的成形产品、薄壁部分的壁厚在 10 至 3 毫米的成形产品、在薄壁部分的壁厚方向排布的颗粒数量为 3 或少于 3 的成形产品，这些产品从前被认为难以成形，但是按照前面所述的方法现在就能够成形，并且通过将成形产品各个部分的密度控制在相对于平均密度±5%范围之内来保证合适的强度和刚度。

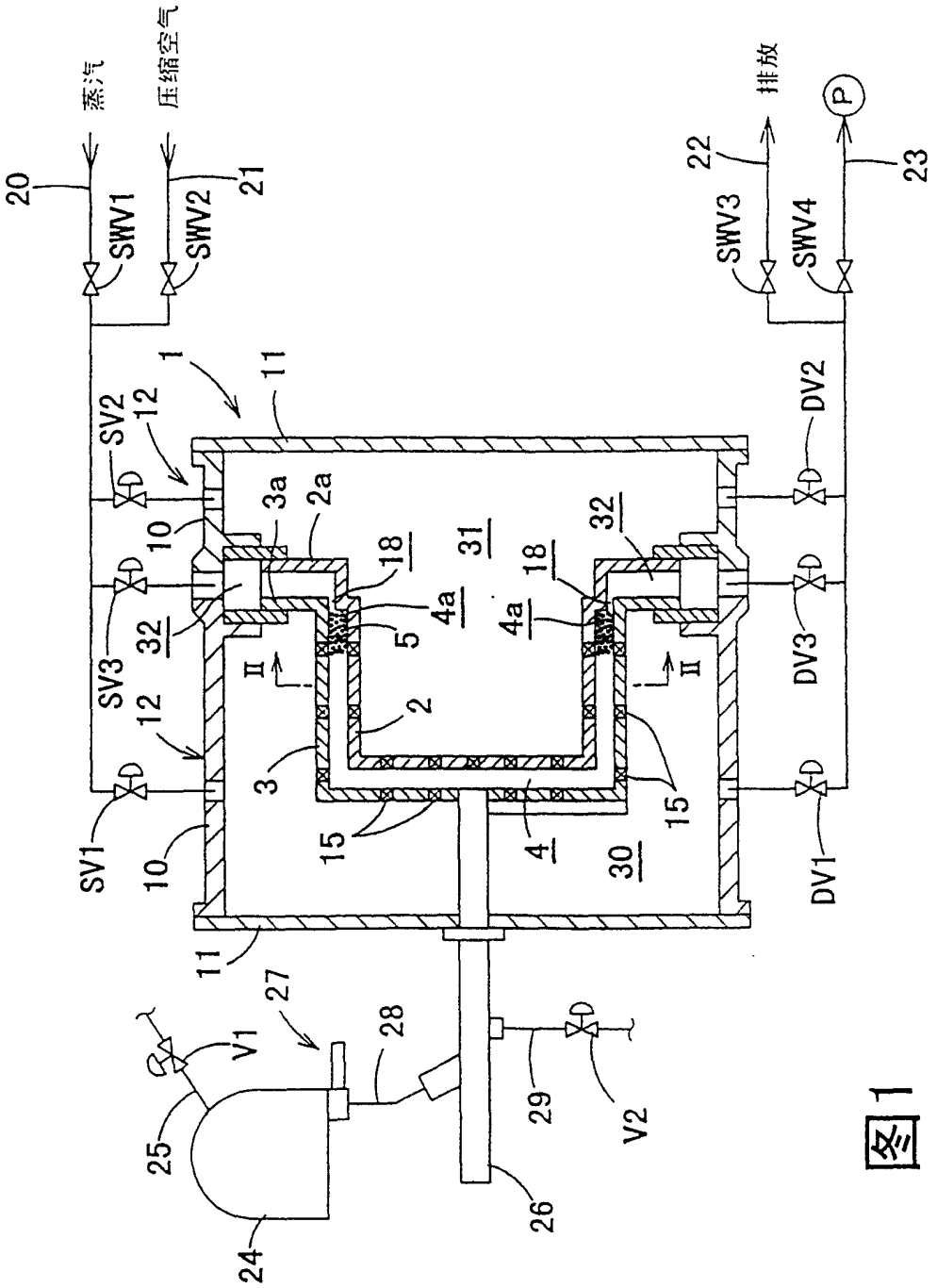

蒸汽
压缩空气
排放
SWV1
SWV2
SWV3
SWV4
SV1
SV2
SV3
DV1
DV2
DV3
V1
V2
P
1
2
2a
3
3a
4
4a
5
10
11
12
15
18
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
II

图1

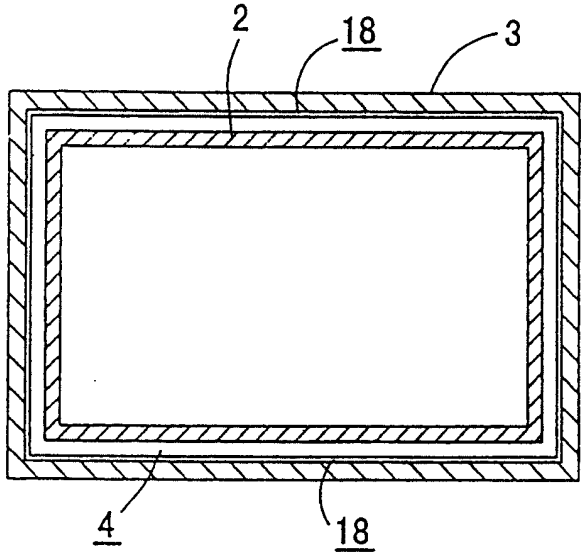


图2

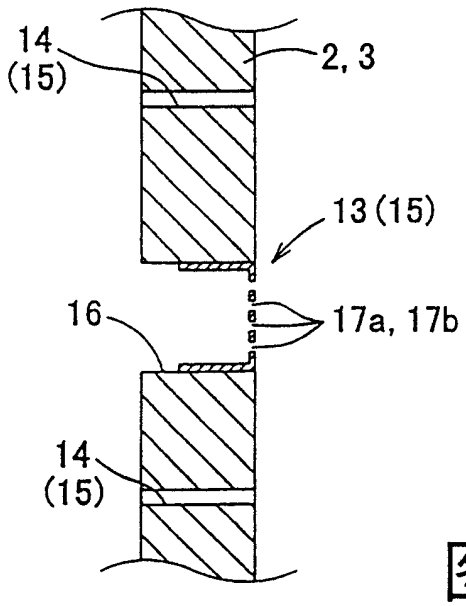


图3

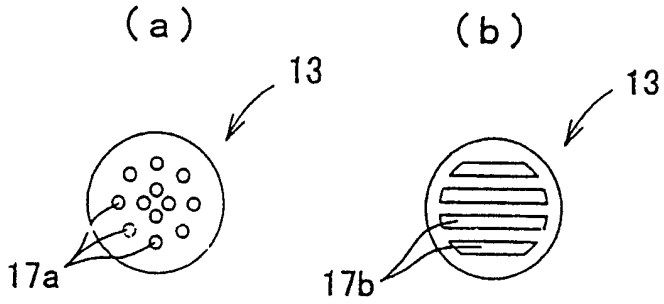


图4

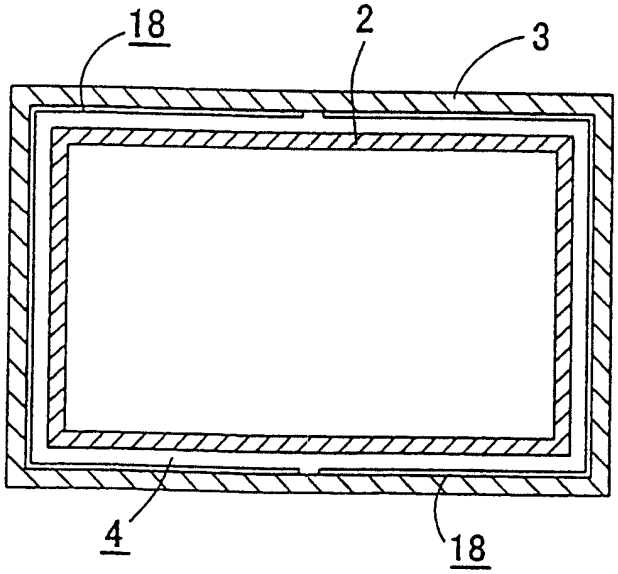


图5

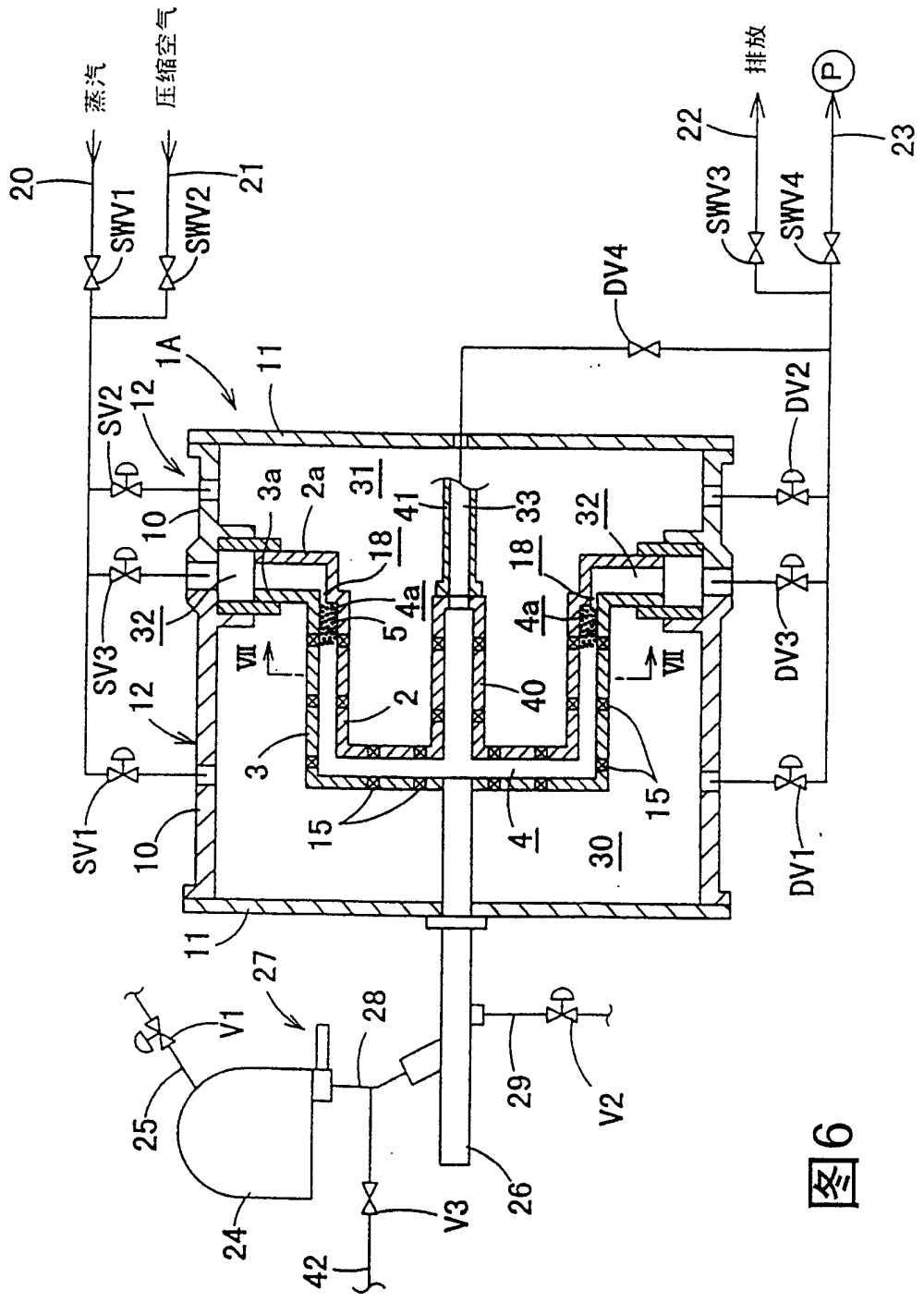

蒸汽
压缩空气
排放
SWV1
SWV2
SWV3
SWV4
SV1
SV2
SV3
DV1
DV2
DV3
DV4
P
V1
V2
V3
1A
2
2a
3
3a
4
4a
5
10
11
12
15
18
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
40
41
42
VII

图6

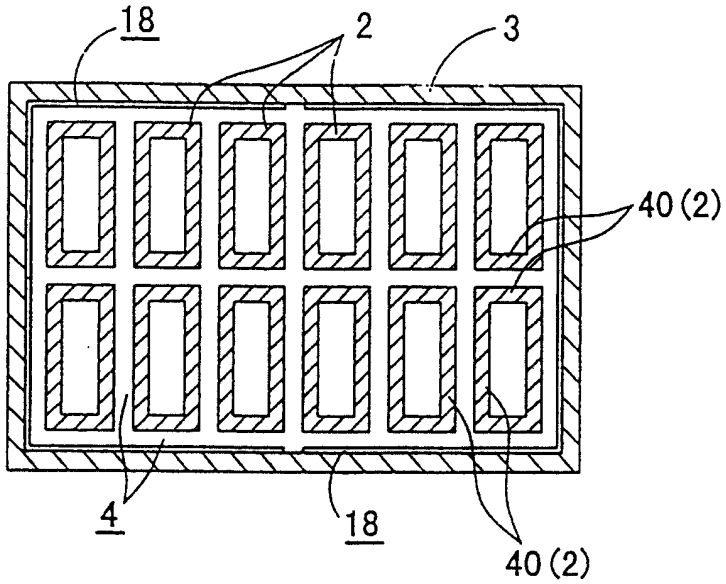


图7

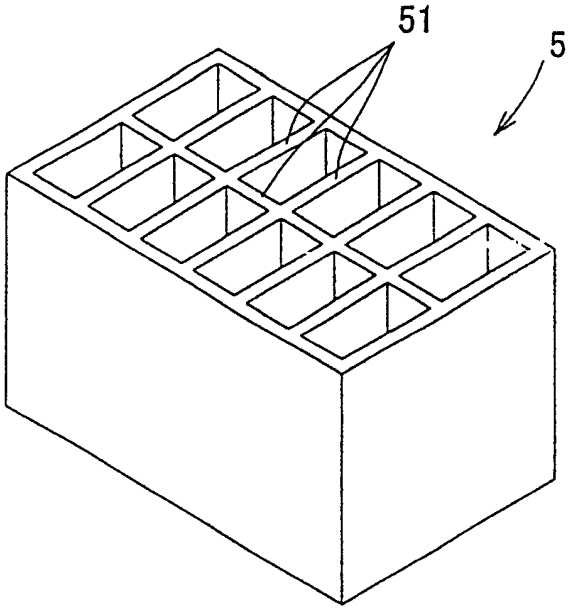


图8

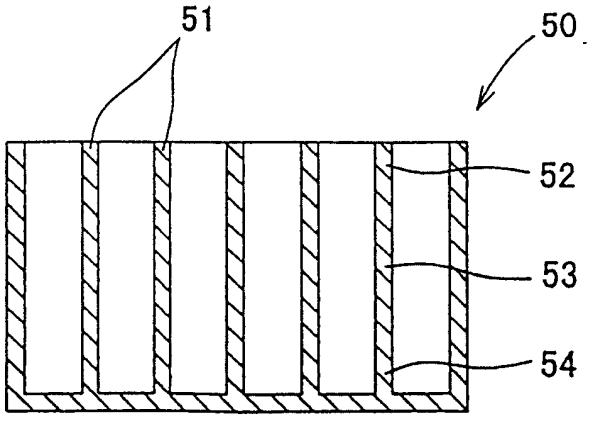


图9

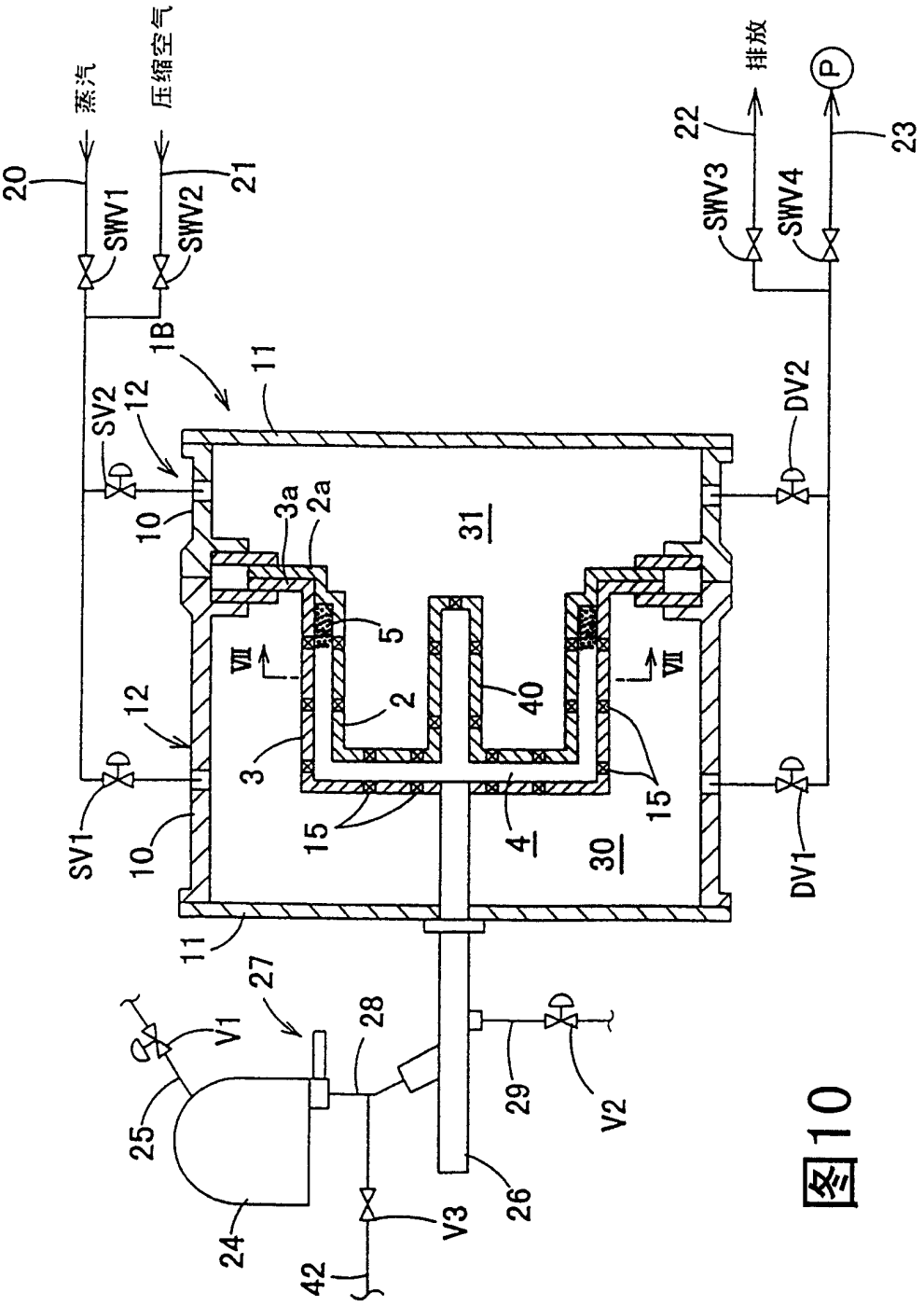

蒸汽
压缩空气
排放
20
21
22
23
SWV1
SWV2
SWV3
SWV4
1B
11
12
SV1
SV2
DV1
DV2
10
2
2a
3
3a
4
5
15
27
28
29
25
24
26
42
V1
V2
V3
30
31
40
VII
VII
P

图10

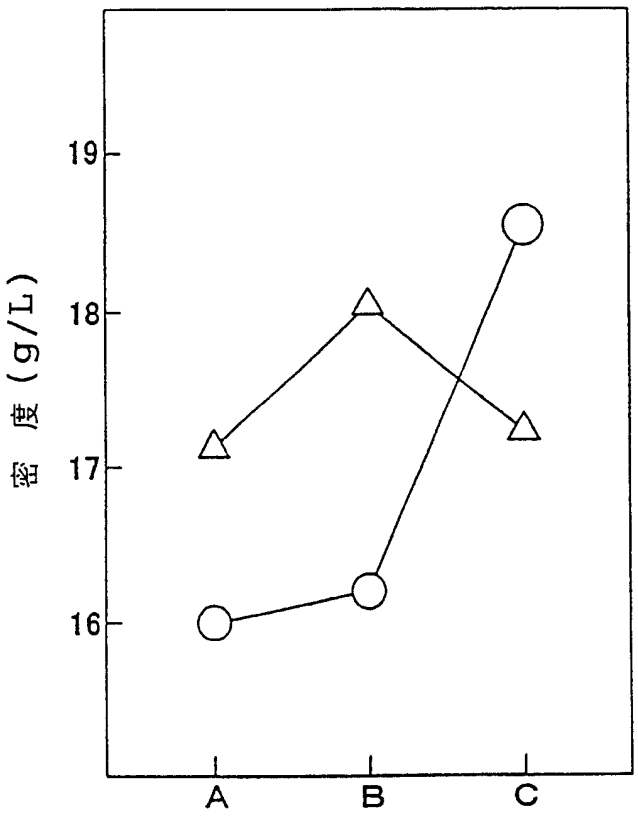


图11

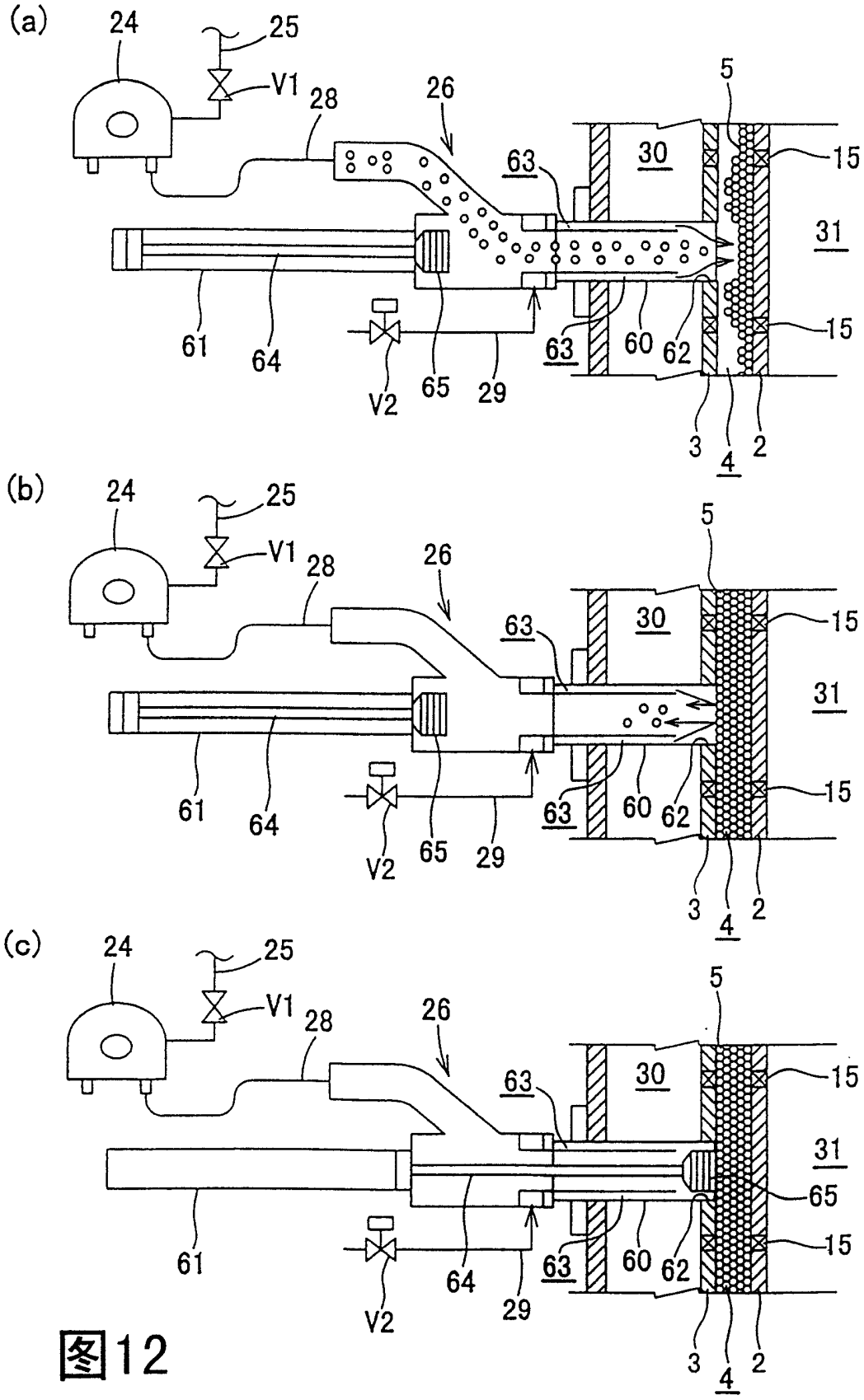

(a)
24
25
V1
28
26
5
30
15
63
31
61
64
V2
65
29
63
60
62
15
3
4
2
(b)
24
25
V1
28
26
5
30
15
63
31
61
64
V2
65
29
63
60
62
15
3
4
2
(c)
24
25
V1
28
26
5
30
15
63
31
65
61
64
V2
29
63
60
62
15
3
4
2

图12

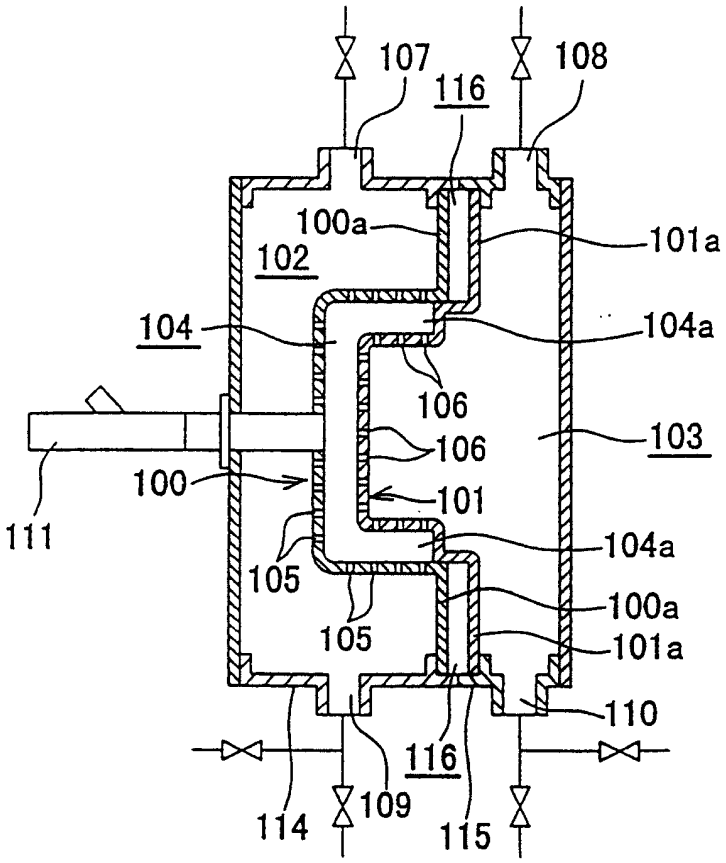

107
116
108
100a
101a
102
104
104a
106
106
103
100
101
111
104a
105
100a
105
101a
110
116
114
109
115

图13

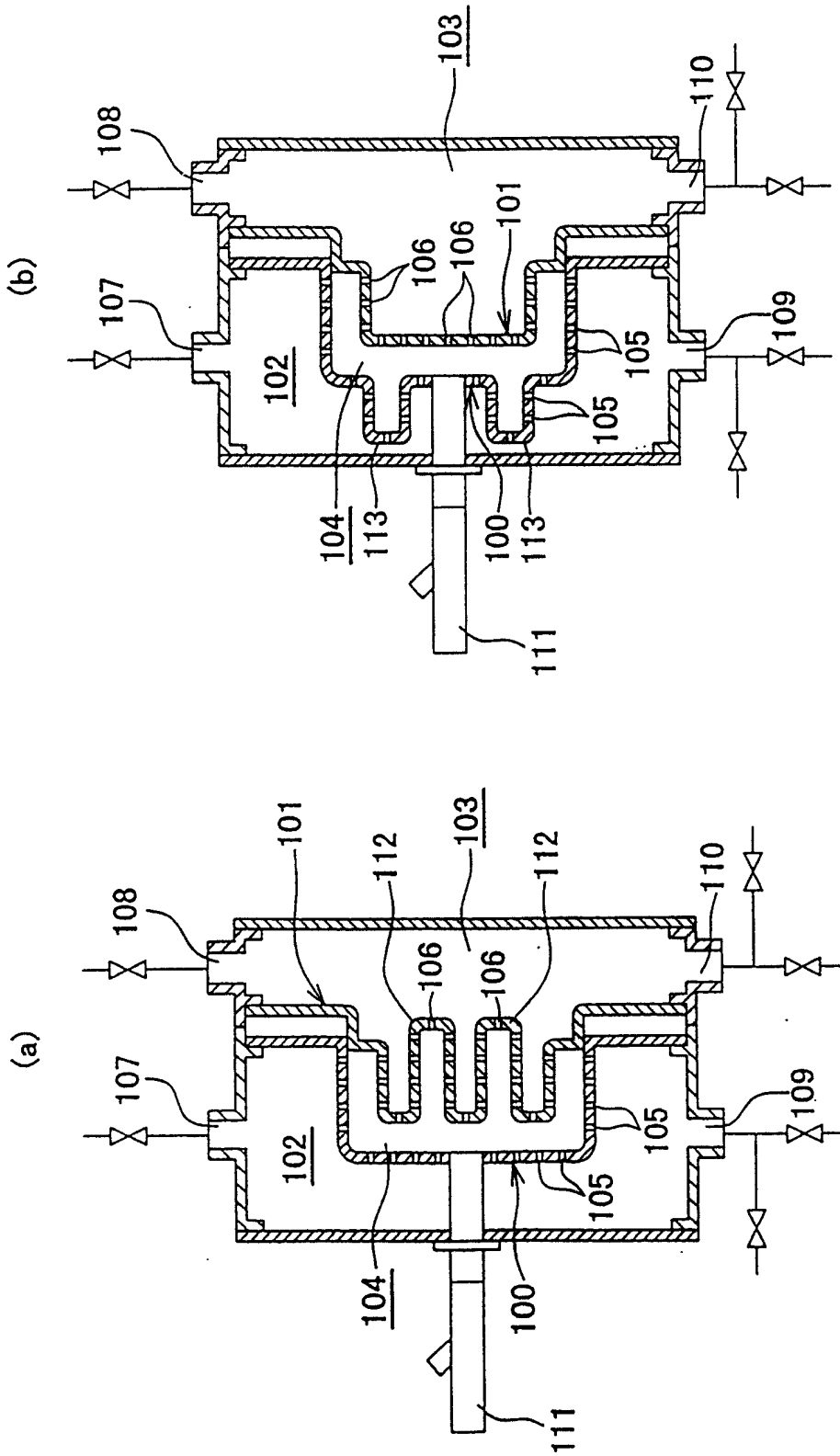

(b)
103
110
108
101
106
106
107
109
105
102
105
104
113
100
113
111
(a)
101
112
103
112
110
108
106
106
107
109
105
102
105
104
100
111

图14

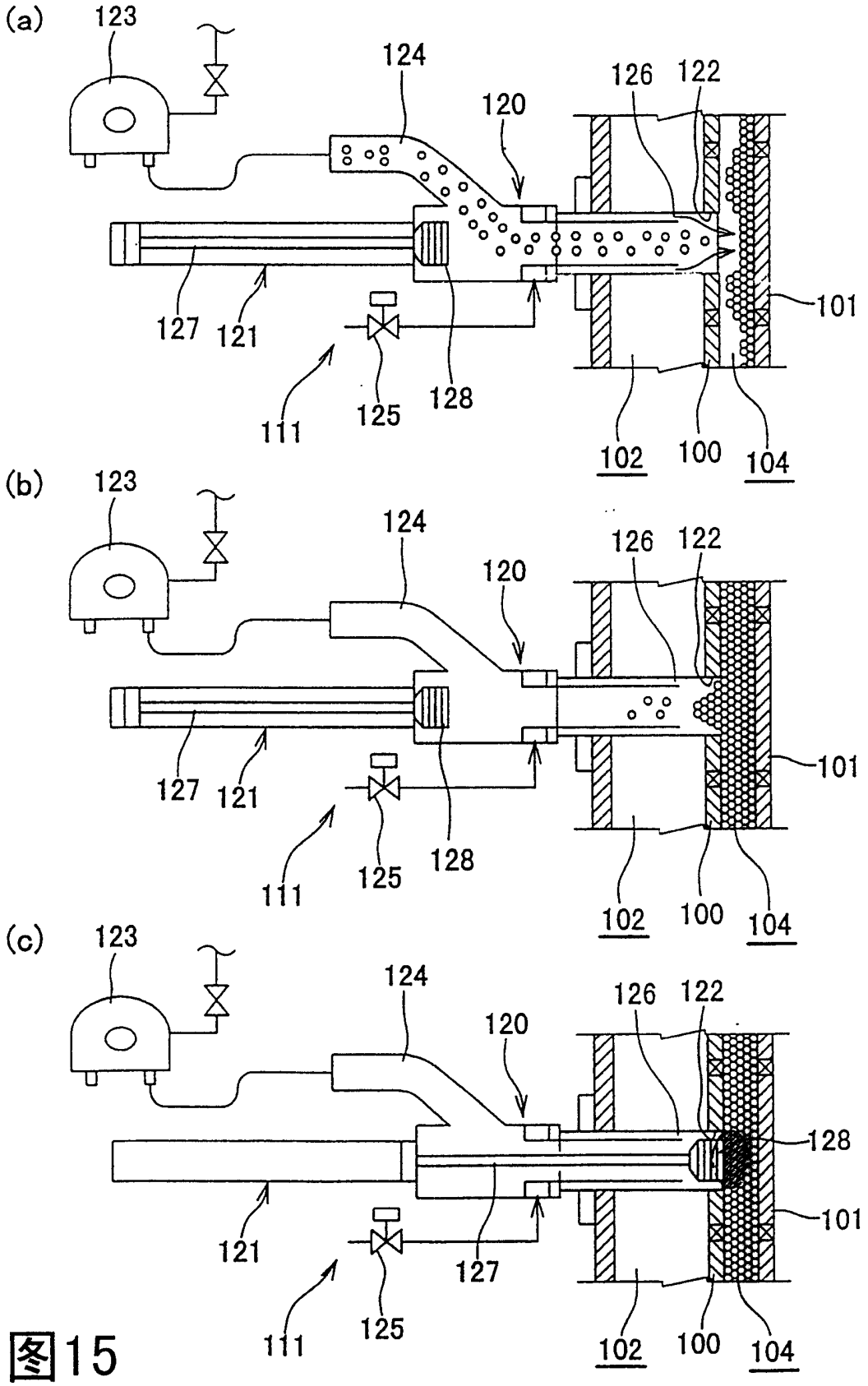

(a)
123
124
120
126
122
127
121
125
128
111
101
102
100
104
(b)
123
124
120
126
122
127
121
125
128
111
101
102
100
104
(c)
123
124
120
126
122
128
121
127
125
111
101
102
100
104

图15