

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B22D 17/00

B22D 17/14

B22D 17/22



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 01803547.7

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 1197672C

[22] 申请日 2001.1.11 [21] 申请号 01803547.7

[30] 优先权

[32] 2000.1.12 [33] JP [31] 003208/2000

[86] 国际申请 PCT/JP2001/000071 2001.1.11

[87] 国际公布 WO2001/051237 日 2001.7.19

[85] 进入国家阶段日期 2002.7.9

[71] 专利权人 日本轻金属株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 仓增幸雄 吉田修 田岛吉浩

猪狩隆彰

审查员 李双庆

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

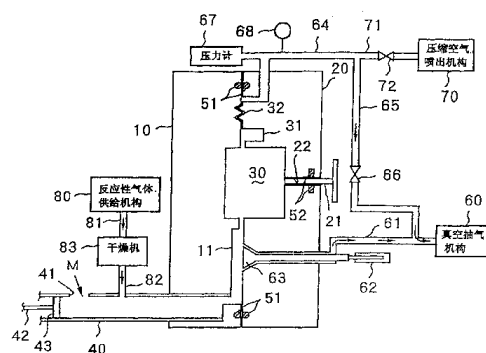
代理人 戈泊程伟

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称 模铸方法及模铸机

[57] 摘要

本发明涉及模铸方法，其中，在对模铸金属模真空抽气到 100 毫巴以下后，与真空抽气并行，从套管向空腔吹入反应性气体，使空腔环境压力在大气压以上，边继续吹入反应性气体，边向套管注入铝合金熔液，接着，再次对空腔真空抽气，使栓塞前进，把套管内的铝合金熔液压入到空腔内。真空抽气、反应性气体吹入及再次真空抽气可相互并行，熔液注入时，可以有效地把空气及水分排放出系统外，未反应的气体也不进入熔液中而是排放到系统外，结果不会卷入水蒸汽等气体，得到也可作为功能部件使用的模铸制品。



1. 一种模铸方法，其特征在于，对模铸金属模的空腔真空抽气到100 毫巴以下后，与真空抽气并行，从套管将反应性气体吹入空腔内，使空腔的环境气压在大气压以上，边继续吹入反应性气体边向套管内
5 注入铝合金熔液，接着经在空腔的溢流部上开口的气体给排管对空腔再次真空抽气，使栓塞前进，从套管经熔液道把铝合金压入空腔内。

2. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，以 500 毫巴/秒以上的抽速对空腔真空抽气。
10

3. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，经由熔液道对空腔真空抽气。

4. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，经由熔液道及溢流部对空腔真空抽气。
15

5. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，通过吹入除湿的反应性气体维持空腔的湿度在 15%RH 以下。

6. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，终止吹入反应性气体后，使栓塞前进。
20

7. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，持续吹入反应性气体直到铸造终止。
25

8. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，在栓塞端通过套管给熔液口的时间点，使栓塞一度停止。

9. 根据权利要求1所述的模铸法，其特征在于，再次持续真空抽气，直到铸造终止。
30

10. 根据权利要求 1 所述的模铸法，其特征在于，经由溢流部对空腔再次真空抽气。

模铸方法及模铸机

技术领域

- 5 本发明涉及抑制孔穴、气泡等铸造缺陷、作为构造材料当然可使用，即使作为功能材料也可使用的模铸制品的制造方法及模铸机。

背景技术

- 10 在通常的模铸法中，将注入套管内的熔化铝熔液或熔化铝合金（以下称为「熔液」）通过柱塞压入到金属模的空腔内。充满空腔内的空气、水蒸汽等气体通过铝熔液的压入大半从空腔被驱除，但在压入后也有残留在空腔内的。尤其是用于在薄壁制品或具有复杂形状制品的金属模，容易产生形成流体狭路的部分，完全除去空腔内的气体成分是困难的。

- 15 空腔内残留的气体，在金属模内铝熔液冷却凝固时，卷入铝材料的内部，成为孔穴、气泡等的铸造缺陷带入铸造制品内。其结果，得到的铸造制品在强度、延伸率等机械特性方面差，不适合作为涡形管、活塞、汽缸柱、连接杆、悬架部件等功能材料而使用。如抑制因残留气体产生的铸造缺陷，则扩宽了具有优良生产性的模铸法的适用对象
- 20 领域。

- 作为消除残留气体的不良影响的方法，众知有真空模铸法。在真空模铸法中，为了从空腔除去空气，在注入铝熔液前，对空腔真空抽气。可是存在从金属模的缝口的空气侵入，在铝熔液注入套管时也有空气混入，所以空腔的真空度维持在 200~500 毫巴，不能使真空度更好。
- 25 即使用真空模铸法获得的制品，与普通模制品相比，空气卷入变少，但仍然检出起因于气体卷入而产生气孔等的铸造缺陷，还不能作为功能材料使用。

- 作为消除真空模铸法缺点的方法，开发了氧模铸法（参照特公昭 50-21143 号公报）。在氧模铸法中，为了用氧置换空腔内的气体，在大气压以上的压力下使氧充满空腔。由于送入空腔内的氧从金属模的缝
- 30

口或注入口喷出，因而防止空气从金属模缝口或注入口向空腔内侵入。送入空腔内的氧与铝熔液反应，形成微细的 Al_2O_3 ，分散在制品内，不会对模铸制品产生不良影响。

可是，即使在大气压以上将氧送入空腔内，完全除去空腔内的空气也是困难的。在空腔内具有复杂形状的情况下，常常发生空气残留。即，在具有复杂形状的金属模的空腔中，产生不能供氧的狭路，在狭路中残留不能置换成氧的空气、水蒸汽等。该残留气体进入模铸制品，成为发生铸造缺陷的原因。

形成铸造缺陷原因的空腔内空气，在真空抽气的同时注入氧气时，被高效地置换成氧气（特公昭 57-140 号公报）。可是，即使在真空抽气的同时注入氧气对于除去水份也不是有效的。在实际制造的模铸制品内仍然检测出气体引起的铸造缺陷。在真空抽气后注入氧气的方法（特公平 1-46224 号公报）也是已知的，然而在空腔内只不过是维持 200~400 毫巴左右的减压环境，不能充分抑制气体引起的铸造缺陷。

因此，本发明者等提出了一种方法（特愿平 11-154566 号），即对金属模的空腔真空抽气到 100 毫巴以下的真空度之后，向金属模吹入氧等反应性气体，在空腔的环境气压超过大气压的时刻开始压入铝合金熔液。通过对空腔减压到 100 毫巴以下的真空度，加速金属模内面附着的脱模剂的水份蒸发。然后，由于把反应性气体送入真空状态下的空腔内，反应性气体遍及金属模的各角落，可使得空腔内残存的空气或来自脱模剂的水份等高效放出。其结果，可以获得气体量大幅度减少的模铸制品、抑制了因气体引起的缺陷。并且，由于即使在加热情况下也不发生因残存的气体引起的起泡，所以通过 T6 处理等的热处理成为可提高机械性质的模铸制品。

送入空腔内的反应性气体多半与射出的铝合金熔液反应，成为微细的 Al_2O_3 ，分散在制品内，一部分被铝合金熔液从空腔挤出。可是，依制品形状，也有在铝合金熔液压入后也残留在空腔内，保持未反应原样地进入模铸制品内的反应性气体。例如，在制造复杂形状模铸制品的金属模上，设计多个金属流路分流・合流的空腔形状，在合流点附近流过双方金属流路的金属使得反应性气体挤出的经路堵塞，形成反应性气体无逃脱处的死胡同状。

在开有通向空腔的旁通路，对空腔真空抽气的方式（特公平1-46224号公报）中，根据下述理由，保持到达真空度在200~400毫巴，由于不仅残留相当多的空气，而且未反应的反应性气体也不能充分放出，所以不能充分降低进入模铸制品内的气体成份。

5 由于对空腔内真空抽气，经狭小出入口的套管或流道部分抽气比较费时间。而且，因为最初对空腔内真空抽气，所以连通过减压效果而气化的套管润滑剂也被抽吸到空腔中，使空腔内的湿度变高。高湿度成为由压入空腔内的铝合金熔液和水份反应产生的氢气进入铸物的原因。套管润滑剂往往一部分保持液状的原样被抽吸，结果污染空腔。

10 由于真空抽气机构和空腔通过阀机构隔开，如果继续真空抽气直到铝合金熔液压入终止为止，则担心金属从阀的隙间进入。因此，需要在铝合金熔液到达间隔阀之前关闭间隔阀，中止真空抽气，在铝合金熔液压入中残存的气体直到最后也不能抽吸，未反应的反应性气体容易残留在空腔内。

15 此外，因为真空抽气及反应性气体注入是使用同一开口，所以不能同时进行真空抽气及反应性气体注入，在真空抽气终止后注入反应性气体。因此，其间空气从金属模的接触面侵入空腔，容易残留。而且，由于反应性气体的注入口只在空腔内，所以在铝合金熔液的压入中套管内不能被反应性气体注满，也有空气从柱塞端和套管之间的隙缝侵入空腔。

20

发明内容

本发明是为解决这类问题而提出的，其目的是在充分利用真空模铸法及氧模铸法的优点的真空·氧模铸法中，在铝熔液压入时，通过借助溢流部或熔液道或套管再次对空腔真空抽气，使未反应的反应性气体从空腔排气，与现有的模铸制品比较，卷入气体量大幅下降，作为构造材料当然不成问题，还可得到即使作为功能部件也能使用的模铸制品。

25

本发明的模铸法的特征为，为了达到其目的，在对模铸的金属模空腔真空抽气到100毫巴以下后，与真空抽气并行，把从套管来的反应性气体吹入空腔内，使空腔的环境气压达到大气压以上，边继续吹

30

入反应性气体边把铝合金熔液注入到套管内，接着再次对空腔真空抽气，使栓塞前进，把套管内的铝合金熔液压入空腔内。

5 真空抽气的抽速优选在 500 毫巴/秒以上，借助在溶液道甚至在溢流部上开口的排气管对空腔抽气。与真空抽气并行，吹入氧等反应性气体，使空腔达到大气压以上的环境气压。这时，通过吹入除湿的反应性气体，维持空腔湿度在 15%RH 以下较好。在栓塞前进之前中止反应性气体的吹入，或者也可以继续进行直到铸造终止。

10 铸造的铝合金熔液从给熔液口注入到套管，通过栓塞前进，压入到空腔内。这时，在栓塞端通过套管的给熔液口的时刻，栓塞一度停止较好。

在铝合金熔液注入后开始再次真空抽气，继续进行直到铸造终止。在再次真空抽气中，经由在溢流部上开口的排气管对空腔真空抽气。也可以并用经由熔液道的真空抽气。

15 在本方法中使用的模铸机包含真空抽气机构和反应性气体供给机构，前者连接把注入套管内的铝合金熔液引入模铸金属模空腔内的熔液道上开口的排气管以及在模铸金属模内的溢流部上开口的气体给排管，后者连接有设置在比套管的给熔液口还靠近模铸金属模侧的给气口上开口的气体供给管。

20 优选在气体给排管的开口部和溢流部之间设置防止金属向真空系统泄漏的冷硬弯管。除了遮断空腔与外气之外，可采用在固定模和可动模之间的、包围空腔的接触面上夹持密封件的方式，以及将在模铸金属模的固定模和可动模之间的接触面上形成的包围空腔的沟与真空抽气机连接的方式等。贯通可动模，在面临空腔的销孔上进退自如地设置顶销，在销孔内壁和顶销之间气密密封也是有效的。

25 由于在溢流部上开口的气体给排管兼用于真空抽气及压缩空气吹入，所以在真空抽气机连接的排气管和在压缩空气喷出机构连接的给气管上分岔。在气体给排管上可以安装测定空腔环境气压及湿度的压力计、湿度计等。从反应性气体供给机构直到套管的给气口为止伸延的气体供给管的途中优选设置干燥机。

30 模铸制品内包含的气体成分，在普通模铸法中，是来自金属模空腔内残存的空气。残存空气通过真空模铸法或氧模铸法可以大幅减少。

可是即使减少空腔的残存空气，得到的模铸制品内仍然不能避免由气体引起的缺陷。而在特愿平 11-154566 号提出的真空·氧模铸法，是通过真空抽气工序使空腔达到 100 毫巴以下的真空度，从而促进来自脱模剂等的水份蒸发，接着通过向真空状态下的空腔吹入反应性气体，
5 使反应性气体遍及到空腔的各角落。一旦通过反应气体的吹入，使空腔的环境气氛到达大气压以上，则自然可以防止外气向空腔内侵入，同时可以把从脱模剂蒸发的水份带出系统外。

因为通过真空抽气工序可以使空腔减压到 100 毫巴以下，所以金属模的接触面或熔液注入部，溢流部必须有气密性高的构造。气密性
10 高的构造在接着的反应性气体吹入工序使吹入的反应性气体保持在空腔内，对维持大气压以上的氧环境气氛也是有效的。吹入的反应性气体并不全部与铝合金熔液反应形成 Al_2O_3 ，一部分保持未反应的状态原样残留。未反应的反应性气体通过压入空腔内的铝合金熔液在溢流部被挤出，通过金属模的空腔形状，挤出未反应的反应性气体的经路往往被金属堵塞。在这样的情况下，未反应的反应性气体的一部分应进
15 入铸物内部。尤其是金属流路呈复杂分流·合流形状的空腔中，该倾向更强。

另外，在本发明中，把溢流部及熔液道上开口的气体流路连接在真空抽气装置上，在铝合金熔液压入时从空腔对反应性气体进行真空
20 抽气，大幅度减少了进入铝合金熔液内未反应的反应性气体。由于是经溢流部上开口的气体流路进行真空抽气，所以可以同时反应性气体吹入和真空抽气，而且可以对未反应的反应性气体排气直到铝合金熔液的压入终止，在空腔内残留的未反应的反应性气体大幅度变少。这时，也可以经熔液道上开口的气体流路进行真空抽气。

25 因为通过真空抽气对未反应的反应性气体抽气，所以在与真空抽气机构连接的经路被金属堵塞前，形成对未反应的反应性气体真空抽气的经路。因而，并未关闭未反应的反应性气体。此外，在铝合金熔液进入熔液道前的阶段，也可以经熔液道真空抽气。

30 这点，在直接对来自空腔的未反应气体真空抽气方式（特公平 1-46224 号公报）中，由于在空腔上有旁通路开口，在真空抽气工序不能达到 100 毫巴以下的真空度，不能避免外气侵入或未反应的反应性

气体的残留，作为复杂形状的模铸制品大多成为包含由未反应的反应性气体引起缺陷的铸物。

附图说明

- 5 图 1 是组合真空机构、反应性气体供给机构的模铸机的概略图。
图 2 是同一模铸机的从栓塞的轴向看的概略剖面图。
图 3 是说明栓塞动作位置的图。

具体实施方式

- 10 以下参照附图，通过实施例具体地说明本发明。

在本发明的模铸法中，采用在对空腔真空抽气到真空度 100 毫巴以下的减压环境气氛后，通过吹入氧，使空腔到达大气压以上的环境气压，接着，在压入铝合金熔液期间，再次对空腔进行真空抽气的方式（以下称为 DVO 过程）。

- 15 在该 DVO 过程中，使用例如在图 1 概略示出的模铸机。在固定模 10 和可动模 20 之间形成与制品形状对应的空腔 30。在固定模 10 上形成与套管 40 连通的熔液道 11，从给熔液口 41 注入的铝合金熔液经熔液道 11 由栓塞 42 压入空腔 30。熔液道 11 借助相应于制品形状的多个门 12（图 2）与空腔 30 连通，以便将铝合金熔液 M 供给至空腔 30 的各部。

- 20 空腔 30 包含在固定模 10 或可动模 20 侧上形成的溢流部 31，在溢流部 31 的外侧上设置冷硬弯管 32。溢流部 31 使空腔 30 内的铝合金熔液 M 的流动稳定化。冷硬弯管 32 如图所示为在固定模 10 和可动模 20 之间形成的凹凸或波纹状的接合部，促进与冷硬弯管 32 接触的铝合金熔液 M 的凝固，防止真空系统对金属抽吸。通过设置冷硬弯管 32，在
25 铝合金熔液 M 的注入中可不插入金属地对空腔 30 真空抽气。

为了取出铸造后的模铸物，顶销进退自如地安装在可动模 20 上。

- 30 为了维持空腔 30 相对外气气密，在固定模 10 和可动模 20 的接合面上安装 O 型环等的密封件 51。密封件 51 填充在包围空腔 30 的沟内，遮断从固定模 10 和可动模 20 的间隙侵入的空气。在顶销 21 的销孔 22 中也插入密封件 52，保持销孔 22 的内壁和顶销 21 之间的气密性。通

过用密封件 51、52 密封，可以把空腔 30 减压到 100 毫巴以下的真空环境气氛的同时，在铝合金熔液 M 注入中也可进行真空抽气。

5 把安装了密封件 51 的沟连接到真空抽气装置 60 上，在从该沟真空抽气时，能更有效地抑制外气侵入。或者，在密封件 51 的安装部以外，在固定模 10 和可动模 20 之间的接合面上刻设包围空腔 30 的真空抽气沟 69 (图 2)，也可以把真空抽气沟 69 连接在真空抽气机构 60 上。

10 为了对空腔 30 真空抽气，在真空抽气机构 60 上连接的排气管 61 在熔液道 11 上开口。面临熔液道 11 的排气管 61 的开口部上设置由驱动汽缸 62 开闭动作的真空阀 63。在冷硬弯管 32 和密封件 51 之间，从在固定模 10 及可动模 20 的接合面上开口的气体给排管 64 分岔的排气管 65 借助真空阀 66 连接在真空抽气机构 60 上。

为了检测空腔 30 的环境气压，把压力计 67 安装在气体给排管 64 上。为了管理空腔 30 内的湿度，优选把湿度计 68 安装在气体给排管 64 上。

15 因为气体给排管 64 在把压缩空气送入空腔 30 内时也使用，所以分岔的给气管 71 经单向阀 72 连接在压缩空气喷出机构 70 上。在模铸终止后模打开后，把压缩空气吹入气体给排管 64，除去在真空抽气机构上附着的异物。

20 因为在 DVO 过程中，通过对空腔 30 真空抽气后，吹入氧等反应性气体，所以附设反应性气体供给机构 80。反应性气体从反应性气体供给机构 80 经气体供给管 81 及给气口 82 送入套管 40 内。在气体供给管 81 上装有对反应性气体除湿的干燥机 83，用于维持空腔 30 的低湿度。

25 空腔 30 内的环境气压及湿度用在气体给排管 64 上设置的压力计 67 及湿度计 68 检测，从压力计 67 的检测值送到控制真空抽气机构 60、压缩空气喷出机构 70，反应性气体供给机构 80 各自的驱动控制系统，在真空抽气→氧吹入→真空抽气的定时控制中使用。在湿度计的检测值为 15%RH 以下、空腔 30 内的压力在大气压以上的时刻，开始向套管 40 供给铝合金熔液 M。

30 以下说明本发明的 DVO 过程。

把可动模合在固定模上合模，经熔液道 11 对空腔 30 进行真空抽

气。在空腔 30 真空抽气时，也使用在冷硬弯管 32 和密封件 51 之间的接触面上开口的气体给排管 64。真空抽气继续直到用压力计 67 检测的空腔 30 的环境气压在 100 毫巴以下为止。这时，使栓塞端 43 位于套管 40 的给熔液口 41 和给气口 82 之间，防止从给熔液口 41 来的空气侵入（图 3）。由于是经熔液道 11 进行真空抽气，所以从套管 40 来的润滑剂未到达空腔 30 就被排出系统外。

对真空抽气优选设定在 500 毫巴/秒以上的抽速。即使在空腔 30 具有复杂形状的情况下，优选通过抽速设定为 500 毫巴/秒以上，从空腔 30 的各个角落除去气体。如果在 500 毫巴/秒以上的抽速下对空腔 30 真空抽气，则在金属模 10、20 内面附着的脱模剂等内含的水份沸腾，大幅降低空腔 30 内的水份。

真空抽气优选在用栓塞 42 闭塞给熔液口 41 的状态下继续 1~2 秒左右。这一点与未堵塞给熔液口 41，抽气时间不足 1 秒的现有的真空模铸法比较，设定较长的抽气时间。空腔 30 通过真空抽气减压直到 100 毫巴以下的真空度为止。在金属模内面附着的、在脱模剂内包含的水份通过真空抽气变为水蒸汽，从金属模内面分离、排出到系统外。

可是，在真空度未达到 100 毫巴的真空抽气中，在空腔 30 内残存较多量的空气，担心在后续的反应性气体注入工序中，未被反应性气体置换而卷入制品内，产生气泡、鼓起等的缺陷。另一方面，如果设定真空度在 100 毫巴以下，则可以有效地促进脱模剂内包含的水份蒸发，形成水蒸汽，排出系统外。其中，如果用抽速 500 毫巴/秒以上的高速进行真空抽气，通过沸腾现象，也加速脱模剂等内部的水份蒸发，残留水份大幅减少。如果考虑真空抽气装置的能力，抽速为 800 毫巴/秒左右是其上限。

等待空腔 30 真空抽气到 100 毫巴以下，从给气口 82 把反应性气体送入空腔 30 内。真空抽气在与反应性气体的注入若干并行后停止。通过该并行，送入的反应性气体遍及到空腔 30 的各角落的同时，也抑制了从金属模接触面的外气侵入。反应性气体的注入继续进行直到用压力计 67 检测的空腔 30 的环境气压在大气压以上为止。

在反应性气体吹入期间，用湿度计 68 测定空腔 30 内的湿度，进行湿度管理，以便空腔 30 的湿度不超过 15%RH。由此，随着反应性

气体被带入空腔 30 内的，通过与铝合金熔液 M 的反应而产生氢气的水份量变少。为了使空腔 30 内的湿度下降，优选把通过干燥机 83 的反应性气体注入空腔 30 内。

5 在空腔 30 的环境气压在大气压以上之后，使栓塞端 43 后退直到给熔液位置（图 3）为止，开放给熔液口 41。接着把一次模铸需要量的铝合金熔液 M 注入套管 40 内。这时，因为空腔 30 维持在大气压以上的环境气压，所以通过从给熔液口 41 喷出的反应性气体，防止外气侵入。在铝合金熔液 M 注入终止后，给熔液口 41 通过使栓塞 42 前进，遮断对空腔 30 的连通状态。

10 注熔液后，经溢流部 31，对空腔 30 再次真空抽气。在再次真空抽气时，也可以使用经由熔液道 11、排气管 61 的真空系统。再次的真空抽气和反应性气体的注入，优选若干并行。反应性气体的注入也可继续直到铸造终止后。通过该并行，剩余的反应性气体从空腔 30 排气的同时，来自脱模剂或套管润滑剂的水份伴随反应性气体，可以有效地从空腔 30 除去。在反应性气体注入后再次真空抽气时（特公平 1-46224 号公报）也没有通常发生的外气侵入。

一边再次真空抽气一边使栓塞 42 前进，栓塞端 43 超越给熔液口 41，低速前进直到高速射出开始位置（图 3）。此时，在达到真空开始位置的时刻，开始再次真空抽气。也可以在到达真空开始位置的时刻一度中断栓塞 42 的前进。通过栓塞 42 一度停止，真空抽气时间仅增加这一长度，所以从空腔 30 内排出的气体成分或水蒸汽更多。

20 接着，从高速射出开始位置使栓塞 42 高速前进直到射出极限位置为止，把铝合金熔液 M 压入到空腔 30 内。这时，因为对空腔 30 真空抽气，所以伴随铝合金熔液 M 的压入，可以从空腔 30 有效地除去未反应的反应性气体。即使金属流路在作成复杂的分流・合流形状的空腔 30 中，也迅速地形成到达真空抽气机构的反应性气体流。因此，反应性气体到真空抽气机构的经路被金属堵塞，反应性气体被金属包围，没有在未反应状态下进入金属内。继续进行真空抽气直到空腔 30 被铝合金熔液 M 充满为止。

30 铸造终止后，停止真空抽气，开模，把来自压缩空气喷出机构 70 的压缩空气向给气管 71、气体给排管 64 吹出，除去真空系统内附着的

残留异物。

这样，通过在真空抽气、反应性气体吹入、再次真空抽气之间采用定时，除去来自空腔 30 的残留气体及未反应的气体。通过在空腔 30 内的反应性气体与铝合金熔液 M 反应，制造未卷入气体的模铸制品。

- 5 由于得到的模铸制品的气体成份抑制到极低水平，所以即使实施 T6 处理等热处理也未发生因气体成分的膨胀产生的气泡。具有必要的强度。

实施例 1

说明在形成由多个肋分隔内部的薄壁箱状空腔 30 的、包含可能部分冷却的水冷机构的金属模的铸模中适用本发明的例子。

- 10 制作在顶销 21 和销孔 22 之间用密封件 52 气密密封，固定模 10 及可动模 20 的接缝用密封件 51 气密的模铸金属模，固定于模铸机上。对金属模在 180°C 加热，5 秒间把脱模剂涂布在金属模内面。

接着用栓塞 42 堵塞给熔液口 41，经排气管 61、气体给排管 64 以抽速 700 毫巴/秒对空腔 30 及套管 40 内的气体进行 1.5 秒真空抽气。

- 15 继续真空抽气直到压力计 67 显示 75 毫巴为止。

一边继续真空抽气一边从反应性气体供给机构 80 向套管 40 吹入作为反应性气体的氧。从开始吹入氧经 2 秒的时间点，中止真空抽气。继续吹氧直到空腔 30 的环境气压变为大气压以上为止。

- 20 用压力计 67 确认空腔 30 的环境气压在大气压以上，湿度计 68 确认湿度在 15%RH 以下后，使栓塞 42 后退，打开给熔液口 41，把铝合金熔液 M 注入到套管 40 内。氧的吹入在注入铝合金熔液 M 中也继续，在套管 40 内被铝合金熔液 M 完全充满后停止，或直到铸造终止为止的全工序都持续吹氧。

- 25 在铝合金熔液 M 注入套管 40 后，使栓塞 42 前进，直到高速射出开始位置（图 3）为止，保持该状态 1 秒。接着，使栓塞 42 高速前进，以射出速度 3m/秒把铝合金熔液 M 压入空腔 30 内。在铝合金熔液 M 压入中，经排气管 61 及气体给排管 64 对空腔 30 真空抽气，在铸造停止后中止真空抽气。

- 30 从铸造终止经 20 秒后的时间点，开模，从压缩空气喷出机构 70 吹入压缩空气，清扫气体给排管 64 内，顶销 21 向空腔 30 内突出，从金属模取出模铸物。

- 在表 1 中示出从真空抽气开始的时间点起算的、上述 DVO 过程中的真空抽气、氧吹入及再次真空抽气与压入铝合金熔液 M 的经过时间。制造例 3 是一度停止栓塞 42 的例子，与制造例 1、2 相比，从熔液注入套管 40 终止到熔液开始向空腔 30 压入开始的时间仅增加这一长度。
- 5 在表 1 中，以未互相并行的真空抽气、吹氧及再次真空抽气顺序变换的情况作为比较例示出。

表 1：各铸造阶段的经过时间（秒）

工序		实施例			比较例
		制造例 1	制造例 2	制造例 3	制造例 4
真空抽气	终止时刻	10	10	10	10
吹氧	开始时刻	8	7	8	11
	终止时刻	24	23	24	26
向套管 注入熔液	开始时刻	20	20	20	27
	终止时刻	22	22	22	28
向空腔 压入熔液	开始时刻	24	23	26	29
	终止时刻	26	25	28	31
再次 真空抽气	开始时刻	24	23	24	29
	终止时刻	27	26	28	31
开模		70	70	75	75

经过时间从真空抽气开始的时间点算起

- 10 把在得到的模铸制品内包含的气体量用兰氏法（ランズレー法）测定的同时，测定机械特性。

- 正如表 2 的测量结果所示，制造例 1~3 得到的模铸制品与制造例 4 得到的模铸制品比较，N₂、H₂ 等气体量极少。也显示延伸率、拉伸强度等也比制造例 4 高。此外，制造例 1~3 的模铸品由于气体量极少，
- 15 所以进行 T6 处理（510°C×3 小时→水冷→160°C×5 小时）等的热处理也不会发生气泡，机械特性提高。而在制造例 4 的模铸品中，在铸造时金属合流部分在 T6 处理后观测气泡，判断进入了若干的气体成分。

表 2：制造条件不同对模铸材料及 T6 材料物性的影响

制造号	气体含有量 cc/100g-A1	模铸材料		T6 材料		区分
		拉伸强度 kg/mm ²	延伸率 %	拉伸强度 kg/mm ²	延伸率 %	
1	0.8	2.5	9	30	14	本发明例
2	0.9	25	11	30	15	
3	0.6	27	12	32	16	
4	1.8	24	7	28	10	比较例

工业上利用的可能性

如以上说明所示，在本发明中一边使真空抽气、反应性气体吹入及再次真空抽气并行，一边把铝合金熔液压入空腔，制造模铸制品。

- 5 通过真空抽气使空腔减压到 100 毫巴以下的真空度，对空气排气，通过吹入反应性气体使空腔的环境气压达到大气压以上，由此，不用说空腔内的残留气体，连在金属模内面附着残留的水蒸气等气体成分也从空腔完全除去。此外，通过在铝合金熔液压入时再次真空抽气使空腔内残存的未反应的反应性气体从空腔内除去，防止未反应的反应性
- 10 气体进入铝合金熔液内，可以得到大幅减少气体成分的模铸制品。由于这样得到的模铸制品内没有起因于气体的孔穴、气泡等的铸造缺陷，在热处理下能具有强度，所以充分利用生产性优良的模铸法，形成也可能作为功能材料使用的制品。

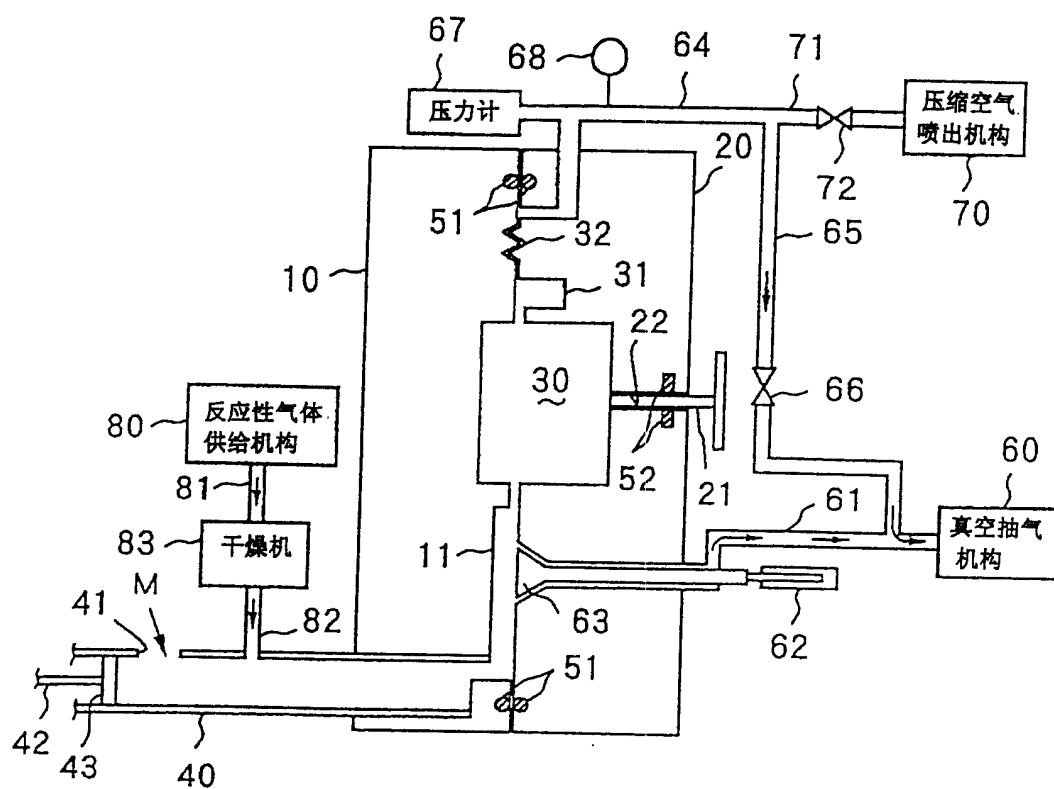


图 1

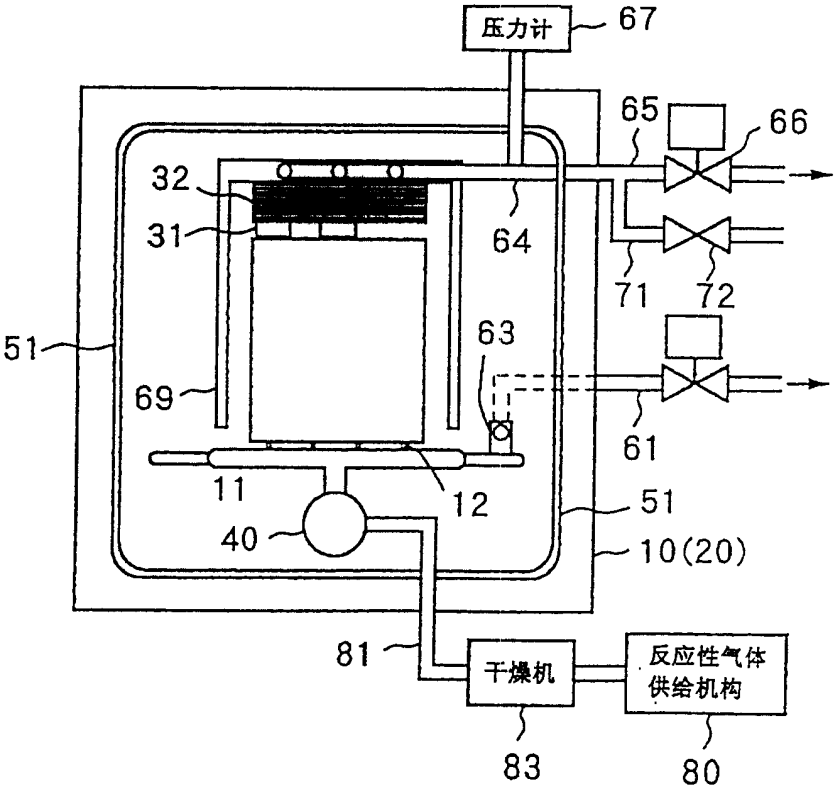


图 2

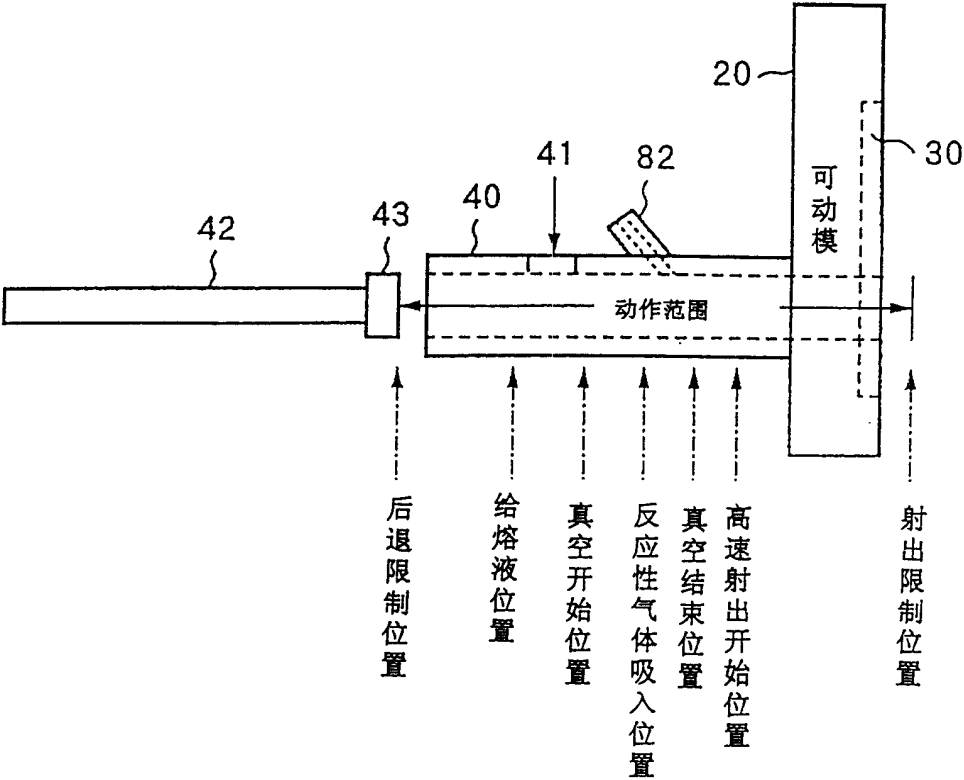


图 3