



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97126391.4

[43]公开日 1998年8月26日

[11] 公开号 CN 1191174A

[22]申请日 97.11.12

[30]优先权

[32]96.11.12[33]KR[31]53337/96

[71]申请人 全培赫

地址 韩国特别市

共同申请人 李秉哲

曹鍊鍊

[72]发明人 全培赫 李秉哲 曹鍊鍊

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 王其灏

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 使用低温等离子体工艺提高模具释放效果的方法

[57]摘要

本发明涉及一种在注模法和转模法过程中通过用一层和多层等离子体聚合物涂覆模具表面来减小模具的临界表面张力和在没有脱模剂的情况下提高模具的释放效果。本发明是由2个基本步骤组成。第一步是用惰性或活性等离子体气体预处理模具。第二步是在模具表面上通过某些前体的聚合作用进行薄膜沉积。等离子体预处理和等离子体聚合作用利用RF、DC、AC电源等,和使用模具本身作为阴极或电极。在等离子体方法过程中系统的压力是在0.001—30 托范围之内。

权 利 要 求 书

- 1.提高模具释放效果的方法,包含:
 - (a) 首先用活性或惰性气体等离子体处理模具表面; 和
 - (b) 接着通过等离子体聚合作用在模具表面沉积等离子体聚合物薄膜。
- 5 2.权利要求1的方法,其中在步骤(a)中惰性气体等离子体是从氩气体中产生。
- 3.权利要求1的方法,其中在步骤(a)中活性气体等离子体是从氧气、空气和水蒸气活性气体中产生的。
- 10 4.权利要求1的方法,其中在步骤(b)中等离子体聚合物薄膜是从硅烷和碳氢化合物的混合物产生的。
- 5.权利要求4的方法,碳氢化合物选自甲烷、乙烷、乙烯、乙炔、苯、氢及其混合物。
- 6.权利要求1的方法,其中在步骤(b)中的等离子体聚合物薄膜是从有机硅烷产生的。
- 15 7.权利要求6的方法,有机硅烷选自甲基硅烷、乙基硅烷、甲基三氯硅烷、二甲基硅烷、三甲基硅烷、四甲基硅烷、三甲基乙氧基硅烷、甲基三甲氧基硅烷、甲基三乙氧基硅烷、六甲基二硅氧烷、四甲基二硅烷、六甲基二硅烷和四甲基二硅氧烷。
- 20 8.权利要求1的方法,其中在步骤(b)中的等离子体聚合物薄膜是从碳氟化合物产生。
- 9.权利要求8的方法,其中碳氟化合物是六氟乙烯。
- 10.权利要求1的方法,其中在步骤(b)中通过等离子体聚合作用的等离子体聚合物的沉积是用载体气体来完成的。
- 25 11.权利要求10的方法,其中载体气体选自氩气、氮气、氦气、氧气和氢气。

说明书

使用低温等离子体工艺提高模具释放效果的方法

5 本发明涉及一种在注模法和转模法过程中提高模具和凝固树脂之间释放效果的方法。本发明提供一种通过用一层或多层等离子体聚合物涂覆模具表面来减小模具的临界表面张力和提高释放效果。我们的新系统是由 2 个基本步骤组成。第一步是用惰性或活性等离子体气体预处理模具表面。第二步是等离子体沉积一层或多层等离子体聚合物薄膜。

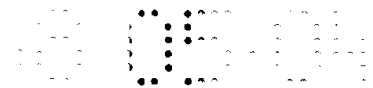
10 通常，通过注模法和转模法生产许多塑料制品。但是模具所使用的金属材料的临界表面张力是如此高（几百到几千 Nm/m^2 ）以至于固化的树脂部件粘结到模具上和不容易脱模。（可以假设油漆在金属表面上比在玻璃或塑料表面上更容易粘结）。

因此，为了使凝固树脂部件容易从模具中脱模，人们将脱模剂加入到树脂、稳定剂、颜料、填料、增强剂等等的注模化合物中。主要使用聚酯蜡作为脱模剂而且在注模化合物中的比例大约为 0.5 ~ 1.0 重量%。

然而，脱模剂有下列缺点。例如，在微晶片装配过程中，（1）它阻碍了聚合物熔体部件的凝固，（2）在通过碳化作用或聚合作用聚合物凝固后它将污染物留在模具表面上，（3）它与铅框没有任何匹配性，因此在铅框和聚合物部分之间产生装配缝隙，容易引起铅框腐蚀，和（4）聚合物中包含的脱模剂使在晶片上难以打印商标。

其中碳化作用或聚合作用是最严重的问题。因此模具表面必须用溶剂（例如 M-PYROL（1-甲基-2-吡咯烷酮））清洗或者用蜜胺模具清洗化合物清洗注模或转模。但是这些清洗方法引起下面的一些其他问题；（1）在清洗过程中必须关闭成型方法（注模法或转模法）而且生产率低，和（2）M-PYROL 以 VOC（挥发性有机含量）形式引起的污染。

大家都知道聚合物的临界表面张力比金属的低以至于其他材料难以粘结到聚合物的表面上。例如，为了减小临界表面张力，通过烧结法将 Teflon（聚四氟乙烯）涂覆到煎盘上。但是对于模具涂覆来说，Teflon 涂覆方法是不可取的，因为此方法难以控制沉积膜的厚度和难以增强模具上膜的粘结强度，在注



模法和转模法过程中该模具需要承受切应力。

已知等离子体沉积薄膜产生一层非常致密的具有均匀沉积、无“针眼”和粘结性较好的膜。

已经公开了可以在金属基体上沉积薄的等离子体聚合物薄膜。在油彩化学家协会的期刊，48 卷，1965 年中题目为“辉光放电金属的表面涂覆”的文章中简单描述了在金属表面上有机膜的等离子体沉积。此文章以一般术语描述了使用辉光放电（即等离子体沉积）采用从有机蒸汽（苯乙烯、丙烯酸酯、丁二烯和硅酸二乙酯）产生的聚合物薄膜涂覆钢基体的方法来达到短期防腐。但是该方法没有提到和暗示减小金属的临界表面张力。

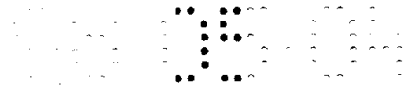
10 Yasuda 教授在应用聚合物科学文摘：应用聚合物论文集 42,233 (1988) 期刊中出版的题目为“以组合能量输入的等离子体聚合作用保护金属的涂层”的文章中公开了一些基本的等离子体的能量级、有机硅烷的沉积和氧气清洗钢基体。然而，此文章没有公开减小金属的临界表面张力。

15 在 Aoki 提出的日本专利号昭 51[1976]-83030 也公开了在辉光放电中使用聚硅氧烷作为沉积膜防止钢腐蚀。此公开内容也提到使用 AC 电源但是没有暗示减小临界表面张力。

人们需要的是一种在各种不同模具基体上沉积薄膜层来减小临界表面张力和提高释放效果的方法。已经发现等离子体薄膜能很好地粘结到金属模具上，此聚合物薄膜有非常低的临界表面张力，没有任何脱模剂的成型化合物可以转移或注射模制，和在转模法或注模法过程中带脱模剂的成型化合物在模具的表面上没有留下任何污染物或留下很少的污染物。此新方法也能减少许多清洗模具表面的清洗步骤。

25 已经发现（1）用惰性气体（例如氩气）或活性气体（例如氧气）等离子体预处理模具表面；（2）在模具表面上等离子体聚合物沉积单体（例如碳氢化合物、碳氟化合物、有机硅烷等等）或单体混合物，这样在转模法或注模法过程中可以使树脂部件容易从金属模具上脱模。

30 也发现等离子体聚合物能很好地粘结到模具上而且金属模具的临界表面张力从 $100-1000\text{Nm/m}^2$ 减小到 $10-100\text{Nm/m}^2$ 。按上述方法沉积等离子体聚合物的模具，容易释放转移成型的凝固树脂部件。在带脱模剂的 EMC（环氧成型化合物）的情况下，如上所述经过等离子体处理的模具可以在表面上没



有任何污染物且比未经处理的模具表面使用较长的时间。

图 1 是表示真空室、电极、RF 电源、相关的管线等等的等离子体沉积系统的示意图。

已经发现一种简单的包括等离子体处理的涂覆系统作为改善模具表面的有效方法而工作。

此发明涉及使用低温技术在模具表面上涂覆聚合物薄膜减小金属模具表面的临界表面张力和增强模具的释放效果。我们的新方法适用于各种不同尺寸和形状的各种不同类型的模具钢（或金属）（例如 HSP、ASP、AISI 等等）。

低温等离子体（或辉光放电）是部分电离的气体、整体上不带电，而且在 10 低压气体或蒸汽下通过放电容易产生它。在气体的辉光放电中有电子、光子、电离原子或分子和活性组份如自由基，低温等离子体技术使用这些活性组份改善表面性能或通过聚合作用涂覆该表面。

此技术可以归类为等离子体处理以改善表面物理和化学性能和等离子体聚合作用（或辉光放电聚合作用）从而在表面上沉积聚合物薄膜。在等离子体 15 处理过程中可以使用惰性气体（例如氩气）或活性气体（例如氧气、氮气、氢气、水蒸气或空气）和等离子体聚合方法使用单体气体或蒸汽（例如碳氢化合物、有机硅烷、碳氟化合物等等）。

等离子体聚合作用与通常的聚合方法（例如分步增长聚合作用或链式增长聚合作用）十分不同，等离子体聚合物的特性介于有机和无机材料之间并且在 20 等离子体聚合物中不能维持前体的结构。等离子体聚合物的特性是高度交联、热稳定和化学稳定的而且任何固体材料是可以通过辉光放电涂覆的等离子体聚合物。

我们的新系统由两个基本步骤组成。第一步是用惰性和活性等离子体气体预处理模具。第二步是等离子体沉积一层薄膜或多层薄膜。

25 涉及用惰性和活性气体进行等离子体预处理的第一步对于传统的清洗来说是优选的并得到较好的结果。（如果模具涂过油，在等离子体处理之前应该使用传统的方法例如溶剂清洗方法清洗模具）。

用惰性和活性气体等离子体预处理后，第二步是在高度抽空的室内用一层或多层等离子体聚合物涂覆模具基体的涂覆方法。

30 步骤 1：等离子体预处理



我们优选的系统的全部图在图 1 中表示。（注：此图仅仅是图解说明而且本领域的普通技术人员能够设计出许多有效的系统来实现我们的发明。例如在一些连续的方法中等离子体预处理和等离子体沉积可以在独立的室内发生）。

5 为了准备等离子体预处理和等离子体沉积步骤，模具放在可以浮动的室中心并且位于室外两电极之间，这些电极可以通过电容或电感应连接到 RF（射频）电源上。（在工业系统中，可以按照所希望的用途改变模具的数量、大小和形状，电极的形状和它们的位置，而且电极可以穿过室内以更均匀地涂覆）。

10 图 1 表示的真空室 11、基体（模具）12、RF 电源 13、匹配网络 14、等离子体气体切断阀 15、等离子体气体控制器 16、气体容器 17、压力表 18、节流阀 19、真空泵 20 和电极 21。

然后使用真空泵 20 抽空真空室 11 直到该系统压力低于 1 毫托。使用压力表 18 的读数通过节流阀 19 控制系统的压力，不受气体流速的限制。

将预处理气体（例如氧气气体、氩气气体或氧气加氩气）以所希望的流速送入真空室 11 内，保持压力低于 10 托，优选低于 1 托。

15 我们优选的预处理气体是氧气，因为它能有效地除去有机污染物。可以使用其他的活性气体或惰性气体或它们的混合物。这些其他的预处理气体包括空气、氢气、氮气、水蒸气和它们的混合气体等等。

20 低温等离子体方法的操作参数可以以单位质量等离子体气体的能量输入水平给出， W/FM ，以焦耳/千克表示，其中 W 是电源输入到系统的功率（ $W = \text{瓦}$ ），而 F 是摩尔流速和 M 是气体分子量。（ FM 代表质量流速）。按照这种关系，使用的流速取决于输入功率和气体分子量。

单位质量的输入能量应该在 1 兆焦耳/千克和 10 千兆焦耳/千克之间。将预处理等离子体气体通过等离子体气体管线送入和通过使用合适的等离子体气体流速控制器 16 控制流速。

25 然后打开电源 13 以诱发等离子体。然后调节功率到所希望的功率。此功率根据流速、基体的大小（模具）、电极之间距离、预处理气体的分子量和压力等等来改变。

预处理等离子体应该保持所希望的一段时间（一般从 30 秒到 30 分钟）然后关闭电源 13 和使用合适的等离子体气体切断阀 15 切断预处理气体。

30 预处理时间取决于操作参数 W/FM 。保持“（输入能量）乘以（处理时间）”



除以（质量）”在每千克 0.5 千兆焦耳和每千克 100 千兆焦耳之间可以得到有效的处理。预处理等离子体步骤之后，使用真空泵 20 再一次将真空室 11 抽空到低于 1 毫米的压力。这就结束了等离子体处理步骤。

注：对于等离子体预处理步骤应该尽可能使用 DC 电源、AC 电源、AF 电源
5 或微波电源而不使用 RF（射频）电源。

步骤 2：等离子体聚合物沉积

在 Yasuda 教授的题目为“等离子体聚合作用”，1985 年由学术出版社出版的书中描述了等离子体沉积的基本概念。

将等离子体沉积气体通过等离子体气体控制器 16 以所希望的流速送入真
10 空室 11 中来完成它。

如在预处理等离子体的情况下的那样，流速取决于进入系统的功率和等离子体气体的分子量。根据等离子体沉积气体和功率级，这个单位质量输入能量应该是在每千克 1 兆焦耳和每千克 10 千兆焦耳之间。当将等离子体沉积气体送入真空室 11 中时，重要的是保持系统压力在 1 毫米和 10 毫米之间，优选 10
15 毫米到 2 毫米和最优选 20—500 毫米。

如上面讨论的那样，使用压力表 18 的读数通过节流阀 19 控制系统压力，不受气流速度的限制。

一旦达到所希望的流速和系统压力，就打开电源并调节到所希望的功率。此功率根据流速、基体的大小、电极之间的距离、等离子体气体的分子量和压
20 力等等来改变。

等离子体沉积应该进行适当的时间，以获得所希望的薄膜特性和厚度。膜厚度可以从 10 埃和 10 微米之间变化，优选地从 100 埃到 5 微米和更优选地从 1000 埃到 1 微米。

沉积时间一般从 1 秒到 1 小时，优选地从 30 秒到 30 分钟和更优选地从 3
25 分钟到 20 分钟。控制沉积工艺可以以“（输入能量）乘以（沉积时间）除以（质量）”为基础。这个参数保持在每千克 0.5 千兆焦耳秒到每千克 500 千兆焦耳秒之间。

在经过适当的一段时间之后，关闭电源 13 和使用等离子体气体切断阀 15
30 切断等离子体气流。沉积时间取决于输入功率值除以质量，以每千克焦耳表示。



有效的沉积取决于膜的粘结性、膜表面特性、膜硬度和膜厚度。

如果送入真空系统的液体或甚至固体化合物可以产生足够的蒸汽压，也可以使用该化合物作为等离子体沉积化合物。

我们优选的等离子体沉积单体（前体）是有机硅烷、碳氟化合物、碳氢化合物和硅烷和碳氢化合物的混合物。

硅烷不能单独进行等离子体聚合，因此在等离子体聚合作用过程中必须与作为碳源的碳氢化合物（例如甲烷、乙烷、乙烯、乙炔和苯等等）一起使用。

我们优选的有机硅烷是六甲基二硅氧烷（HMDSO）和三甲基硅烷（TMS）。另外还包括但不限于二甲基硅烷（DMS）、四甲基硅烷、三甲基乙氧基硅烷、甲基三甲氧基硅烷或其他包含硅、氧、碳、氮、磷或氢或它们的混合物，以及带或不带不饱和乙烯基的有机硅烷。

我们优选的碳氟化合物是六氟乙烯。

也可以使用其他包含氧、氮、氟或它们的混合物的碳氢化合物（例如甲烷）。

另外，可以使用包含锑、磷、锌、钛、铝、锡、锆和其他金属或它们的混合物的有机金属化合物。

作为等离子体聚合物沉积气体来说，使用载体气体是有利的（特别是如果使用高沸点的蒸汽时）。载体气体可以是惰性气体例如氩气、氦气或氖气，或活性气体例如氧气或氮气（或其混合物）。

沉积步骤结束之后，使用真空泵将真空室 11 抽空到压力低于 1 毫毛。这就结束了沉积步骤。

然而，应该指出可以将另一层等离子体聚合物薄膜沉积在第一层之上。这些后续沉积层除了硅烷外可能是有机或有机金属。

实施例

除非另外注明，所有的实施例一般是按照下面详细描述的部分那样进行的。关于实施例的更具体的信息陈述如下：

（1）模具基体：尺寸（1.3×1.2×22.0cm），如果基体是脏的，用溶剂预先清洗。

（2）真空室：内径 15cm×高度 120cm 的派热克斯牌玻璃管状反应器。

（3）电源：RF 电源（从 Advanced Energy Industries, Inc 可购买到，带匹

配网络型号为 RFX - 600)。

(4) 电极描述: 两个电极如图 1 所示。热电极 (活性) 是由 SS306 钢板 ($53.5 \times 5.5 \times 0.1\text{cm}$) 组成, 冷电极 (地线) 是由 SS306 钢板 ($53.5 \times 2.8 \times 0.1\text{cm}$) 组成而且两个电极包裹在反应器的周围。两个电极之间的距离为 5 30cm。

(5) 真空泵机构: 机械旋转泵 (从 Edwards 买到, 型号为 E2M40 双阶段)。

(6) 压力表: 电容气压计 (从 MKS Instruments 可买到, 型号为 112A)。

(7) 节流阀 (从 MKS Instruments 可买到, 型号为 253A) 和节流阀控制 10 器 (从 MKS Instruments 可买到, 型号为 252A)。

(8) 流动控制器: 质量流速控制器 (从 MKS Instruments 可买到, 型号为 1259B)。

实施例 I

EMC 模具基体/ O_2 等离子体预处理/HMDSO 等离子体沉积

15 基体: 经过清洗的 EMC 模具

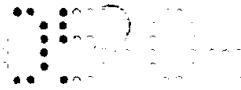
O_2 等离子体预处理条件: RF 功率是 100 瓦; 单位质量输入能量是 1.4 千兆焦耳/千克; 氧气气体流速是每分钟 3.0 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 50 毫毛和供电时间是 15 分钟。

20 使用 HMDSO 气体的等离子体聚六甲基二硅氧烷的沉积: RF 功率是 50 瓦; 单位质量输入能量是 66.7 兆焦耳/千克; HMDSO 气体流速是每分钟 6.2 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 100 毫毛和供电时间是 20 分钟。

在这些等离子体过程之后, 测量纯净水的接触角为 95° 和临界表面张力为 23Nm/m^2 。虽然塑料的水接触角和临界表面张力按照成型化合物的组成来变化, 但是测量凝固的 EMC 的水接触角和临界表面张力分别为 $15 - 25^\circ$ 和 $50 - 60\text{Nm/m}^2$, 因此人们都知道 EMC 不会污染等离子体聚合物沉积模具。按照 25 上面描述的那样处理的等离子体聚合物沉积模具容易释放经过转移成型的凝固树脂部件。在带脱模剂的 EMC 情况下, 在模具表面没有任何污染物的条件下如上所述的等离子体处理的模具可以比未处理过的模具使用较长的时间。

实施例 II

30 EMC 模具基体/ O_2 等离子体预处理 TMS 等离子体沉积



基体: 经过清洗的 EMC 模具

O₂ 等离子体预处理条件: RF 功率是 100 瓦; 单位质量输入能量是 1.4 千兆焦耳/千克; 氧气气体流速是每分钟 3.0 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 50 毫毛和供电时间是 15 分钟。

5 使用 TMS 气体的等离子体聚三甲基硅烷的沉积: RF 功率是 100 瓦; 单位质量输入能量是 0.59 千兆焦耳/千克; TMS 气体流速是每分钟 3.1 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 100 毫毛和供电时间是 20 分钟。

在这些等离子体过程之后, 测量纯净水的接触角为 85° 和临界表面张力为 30Nm/m²。虽然凝固树脂的水接触角和临界表面张力按照成型组份的组成来变化, 但是测量凝固 EMC 的接触角和临界表面张力分别为 15 - 25° 和 50 - 60Nm/m², 因此人们都知道 EMC 不会污染等离子体聚合物沉积模具。按照上面描述的那样处理的等离子体聚合物沉积模具容易释放经过转移成型的凝固树脂部件。在带脱模剂的 EMC 情况下, 在模具表面没有任何污染物的条件下如上所述经过等离子体处理的模具可以比未经处理过的模具使用较长的时间。

实施例III

EMC 模具基体/O₂ 等离子体预处理六氟乙烯等离子体沉积

基体: 经过清洗的 EMC 模具

O₂ 等离子体预处理条件: RF 功率是 100 瓦; 单位质量输入能量是 1.4 千兆焦耳/千克; 氧气气体流速是每分钟 3.1 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 50 毫毛和供电时间是 15 分钟。

使用六氟乙烯气体的等离子体聚氟乙烯的沉积: RF 功率是 150 瓦; 单位质量输入能量是 2.80 千兆焦耳/千克; 六氟乙烯气体流速是每分钟 6.2 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 100 毫毛和供电时间是 20 分钟。

25 在这些等离子体过程之后, 测量纯净水的接触角为 120° 和临界表面张力为 19Nm/m²。虽然水接触角和临界表面张力按照成型组份的组成来变化, 但是测量凝固 EMC 的接触角和临界表面张力分别为 15 - 25° 和 50 - 60Nm/m², 因此人们都知道 EMC 不会污染等离子体聚合物沉积模具。按照上面描述的那样处理的等离子体聚合物沉积模具容易释放经过转移成型的凝固树脂部件。在带脱模剂的 EMC 情况下, 在模具表面没有任何污染物的条件下经过如上所述的



等离子体处理的模具可以比未经处理的模具使用较长的时间。

实施例IV

EMC 模具基体/氩气 (Ar) 等离子体预处理苯、硅烷和氢气混合物的等离子体沉积

5 基体: 经过清洗的 EMC 模具

氩气等离子体预处理条件: RF 功率是 100 瓦; 单位质量输入能量是 1.2 千兆焦耳/千克; 氧气气体流速是每分钟 3.0 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 50 毫毛和供电时间是 15 分钟。

使用苯、硅烷和氢气的混合物的等离子体聚合物(非晶形 SiC 等)的沉积:

10 RF 功率是 200 瓦; 单位质量输入能量是 0.797 千兆焦耳/千克; 苯、硅烷和氢气的流速分别是每分钟 3.0、2.0、20 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 200 毫毛和供电时间是 40 分钟。

在这些等离子体过程之后, 测量纯净水的接触角为 85° 和临界表面张力为 30Nm/m^2 。虽然水接触角和临界表面张力按照成型组份的组成来变化, 但是测量凝固 EMC 的接触角和临界表面张力分别为 $15 - 25^\circ$ 和 $50 - 60\text{Nm/m}^2$, 因此人们都知道 EMC 不会污染等离子体聚合物沉积模具。按照上面描述的那样处理的等离子体聚合物沉积模具容易释放经过转移成型的凝固树脂部件。在带脱模剂的 EMC 情况下, 在模具表面没有任何污染物的条件下经过如上等离子体处理的模具可以比未经处理的模具使用较长的时间。

20 实施例V

EMC 模具基体/ O_2 等离子体预处理 Ar (载体气体) + HMDSO 等离子体沉积

基体: 经过清洗的 EMC 模具

25 O_2 等离子体预处理条件: RF 功率是 100 瓦; 单位质量输入能量是 1.4 千兆焦耳/千克; 氧气气体流速是每分钟 3.2 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 50 毫毛和供电时间是 15 分钟。

使用 HMDSO 气体的等离子体聚六甲基二硅氧烷的沉积: RF 功率是 100 瓦; 单位质量输入能量是 37.1 兆焦耳/千克; 氩气气体流速分别是每分钟 5.0 标准立方厘米 (sccm) 和 HMDSO 气体流速是每分钟 1.0 标准立方厘米 (sccm); 系统压力是 100 毫毛和供电时间是 20 分钟。



在这些等离子体过程之后，测量纯净水的接触角为 95° 和临界表面张力为 23Nm/m^2 。虽然水接触角和临界表面张力按照成型组份的组成来变化，但是测量凝固 EMC 的接触角和临界表面张力分别为 $15 - 25^\circ$ 和 $50 - 60\text{Nm/m}^2$ ，因此人们都知道 EMC 不会污染等离子体聚合物沉积模具。按照上面描述的那样

5 处理的等离子体聚合物沉积模具容易释放经过转移成型的凝固树脂部件。在带脱模剂的 EMC 情况下，在模具表面没有任何污染物的条件下经过上述等离子体处理的模具可以比未经处理的模具使用较长的时间。

说明书附图

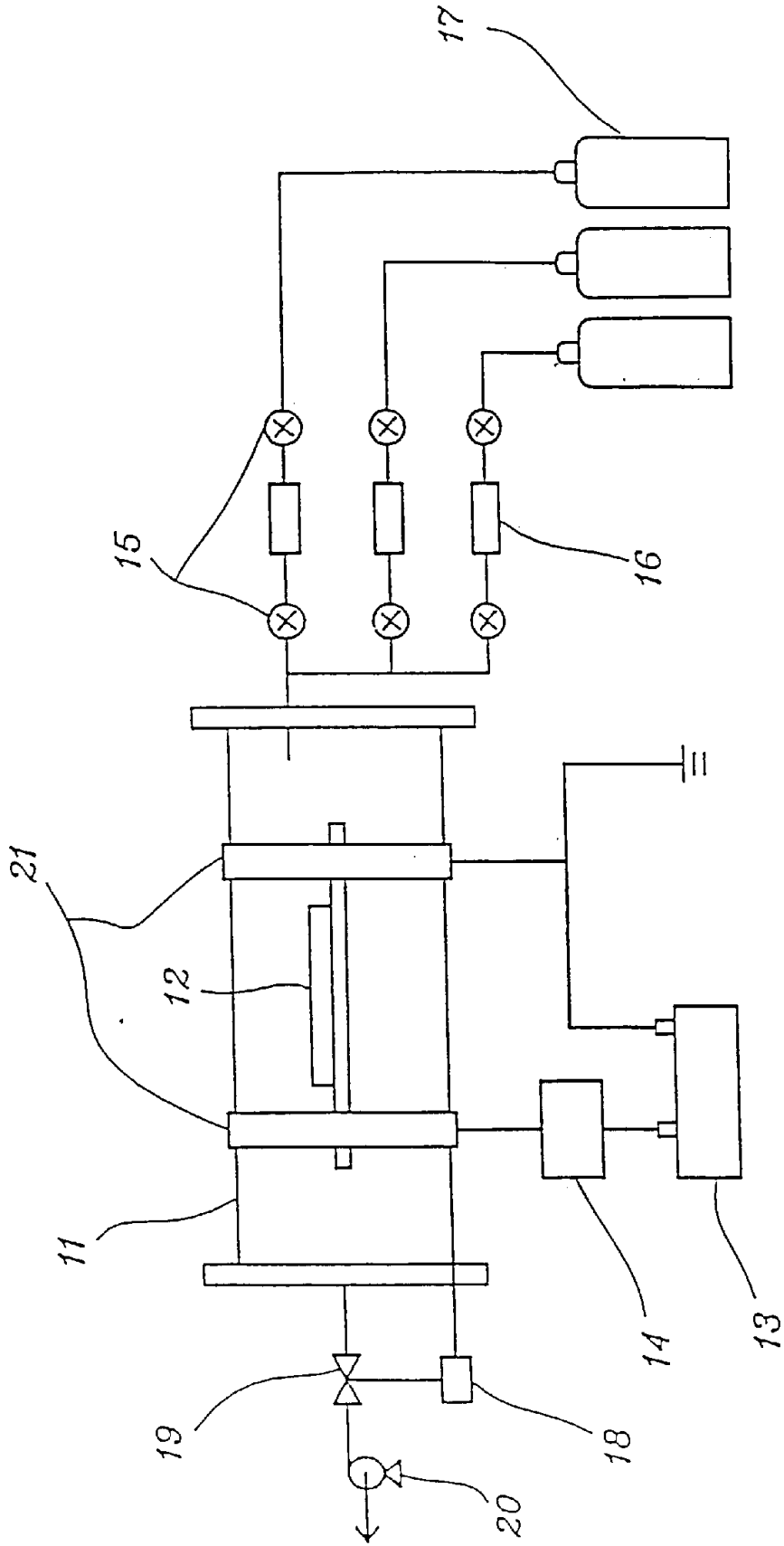


图 1