

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 7/00 (2006.01)

G03F 1/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710085619.7

[43] 公开日 2007年9月5日

[11] 公开号 CN 101030034A

[22] 申请日 2007.3.1

[21] 申请号 200710085619.7

[30] 优先权

[32] 2006.3.1 [33] US [31] 11/365,021

[71] 申请人 日立环球储存科技荷兰有限公司

地址 荷兰阿姆斯特丹

[72] 发明人 玛格丽特·E·贝斯特 吴才伟

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 张波

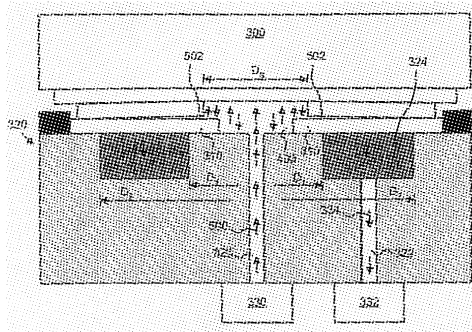
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称

用于从图案化基板分离压模的方法和装置

[57] 摘要

本发明提供一种用于将压模从图案化基板分离的方法和装置。该方法包括：提供基板，其具有顶和底，其中有开口；提供配置来保持该基板的支承机构；提供具有形成的图案且配置为与所述基板的顶接触的压模，其中当该压模与该基板接触时腔形成在该基板的开口内；提供导向所述腔从而将加压空气引入到所述腔内的通道；以及引导加压空气穿过所述通道至所述腔从而开始所述压模从所述基板的分离。在某些实施例中，加压空气可被导向该基板中的开口，例如盘中的中心 ID 孔。该盘可以包括在存储装置中作为图案化磁介质。



1. 一种将压模从图案化基板分离的方法，该方法包括：
提供其中有开口的基板，其具有顶和底，所述顶包括可压印抗蚀剂层；
提供配置来保持该基板的支承机构；
提供压模，该压模具有形成的图案且配置为与所述基板的顶接触以将该形成的图案转移到所述可压印抗蚀剂层，其中当该压模与该基板接触时腔形成在该基板的开口内；
提供引导朝向所述腔从而将加压空气引入到所述腔内的通道；以及
引导加压空气通过所述通道至所述腔从而开始所述压模从所述基板的分离。
2. 根据权利要求1的方法，其中该支承机构包括真空夹盘且其中该方法还包括用吸取力保持该基板。
3. 根据权利要求2的方法，其中该吸取力大于该加压空气施加的力。
4. 根据权利要求1的方法，其中该方法还包括在引导加压空气通过所述通道之前固化该可压印抗蚀剂层从而实现凝固。
5. 根据权利要求1的方法，其中该方法还包括在所述初始分离之后用机械装置使所述基板与所述压模远离。
6. 根据权利要求1的方法，其中该方法还包括用释放处理来处理所述压模从而促进从所述基板的分离。
7. 根据权利要求1的方法，其中所述形成的图案包括与数据记录位对应的纳米尺寸特征。
8. 根据权利要求1的方法，其中该可压印抗蚀剂层自释放。
9. 根据权利要求1的方法，其中该基板还包括选择来经历特征蚀刻工艺的表面层。
10. 根据权利要求9的方法，其中该基板还包括粘合促进剂以增大所述表面层与所述可压印抗蚀剂层之间的粘着。
11. 根据权利要求9的方法，其中该方法还包括进行所述特征蚀刻工艺。
12. 根据权利要求11的方法，其中该方法还包括在所述特征蚀刻工艺之后用磁层涂覆所述基板以形成图案化磁介质。
13. 根据权利要求12的方法，其中该基板是包括内径和外径的盘且其中

该方法还包括将所述基板引入到存储装置中作为图案化磁介质。

14. 一种用于将压模从图案化基板分离的方法，该方法包括：

提供其中有开口的基板，其具有顶和底，所述顶包括可压印抗蚀剂层；

提供配置来用吸取力保持该基板的真空夹盘；

提供压模，该压模具有形成的图案且配置为与所述基板的顶接触以将该形成的图案转移到所述可压印抗蚀剂层，其中当该压模与该基板接触时腔形成在该基板的开口内；

提供穿过所述真空夹盘导向所述腔从而将加压空气引入到所述腔内的通道；以及

引导加压空气通过所述通道至所述腔从而开始所述压模从所述基板的分离。

15. 根据权利要求 14 的方法，其中该方法还包括用吸取力保持该基板且其中该吸取力大于所述加压空气施加的力。

16. 根据权利要求 15 的方法，其中该形成的图案包括与数据记录位对应的纳米尺寸特征。

17. 根据权利要求 16 的方法，其中该基板还包括选择来经历特征蚀刻工艺的表面层。

18. 根据权利要求 17 的方法，其中该基板是包括内径和外径的盘，且其中该方法还包括将该基板引入到存储装置中作为图案化磁介质。

19. 一种用于将压模从图案化基板分离的方法，该方法包括：

提供其中有开口的基板，其具有顶和底，所述顶包括可压印抗蚀剂层、选择来经历特征蚀刻工艺的表面层、以及增强该表面层与该可压印抗蚀剂层之间的粘着的粘合促进剂；

提供配置来用吸取力保持该基板的真空夹盘；

提供压模，该压模具有形成的图案且配置为与所述基板的顶接触以将该形成的图案转移到所述可压印抗蚀剂层，其中当该压模与该基板接触时腔形成在该基板的开口内，且其中该形成的图案包括与数据记录位对应的纳米尺寸特征；

用释放处理来处理该压模从而促进从所述基板的分离；

提供穿过所述真空夹盘导向所述腔从而将加压空气引入到所述腔内的通道；

用吸取力保持该基板；以及
引导加压空气通过所述通道至所述腔从而开始所述压模从所述基板的分离，其中该吸取力大于该加压空气施加的力。

20. 一种用于从图案化基板分离压模的装置，该装置包括：

其中有开口的基板，具有顶和底，该顶包括可压印抗蚀剂层；

支承机构，配置来保持该基板；

压模，具有形成的图案且配置为与该基板的顶接触以将所述形成的图案转移到该可压印抗蚀剂层，其中当该压模与该基板接触时腔形成在该基板的开口内；

通道，导向该腔从而将加压空气引入到该腔中；以及

加压空气的源，所述加压空气被引导通过所述通道至所述腔从而开始该压模从该基板的分离。

21. 根据权利要求 20 的装置，其中该支承机构包括配置来用吸取力保持该基板的真空夹盘且其中该吸取力大于该加压空气施加的力。

22. 根据权利要求 20 的装置，其中该通道穿过所述真空夹盘导向所述腔。

23. 根据权利要求 20 的装置，其中该压模包括释放处理从而促进从该基板的分离。

24. 根据权利要求 20 的装置，其中该可压印抗蚀剂层在从该压模分离之前聚合。

25. 根据权利要求 20 的装置，其中该基板是包括内径和外径的盘且配置为包括在存储装置中作为图案化磁介质。

用于从图案化基板分离压模的方法和装置

技术领域

本发明涉及构图基板的方法和装置，更特别地，涉及用于从图案化基板分离压模的方法和装置。

背景技术

纳米压印技术在过去十年中迅速发展，且提供了纳米尺寸结构的复制的希望之路。技术改善已经惠及若干正在成长的工业，包括集成电路（IC）、微机电系统（MEMS）、以及磁存储介质。然而，复制微小结构遇到了提升压印工艺必须克服的若干问题。例如，诸如摩擦力和粘合力必须被克服以实现最佳结果。另外，需要不昂贵的机械装置和简单的方法来推进压印工艺且使该工艺更节约成本。

已经提出了压印（或“纳米压印”）光刻（lithography）作为产生存储装置中使用的图案化磁介质的有效方法。压印光刻是使用模具（mold）（压模（stamper））或机械力构图抗蚀剂的光刻方法。在某些实施例中，所形成的图案利用电子束（e束）光刻产生在压模的表面上，使得能够在压模上形成高分辨率特征。然而，e束光刻较昂贵且拖延了工艺，通常需要数月来完成图案。可是，完成的压模可以在较便宜的工艺中重复使用以将e束形成的图案转移到基板表面上。

图 1A-1F 描绘一系列剖视图，示出经历现有技术压印光刻工艺以产生纳米尺寸特征的基板 100，所述纳米尺寸特征为例如用于产生数据记录位的柱（pillar）108。基板 100 包括抗蚀剂层 102（图 1A）。抗蚀剂层 102 通过压模 104 成形且被固化从而在抗蚀剂中产生柱 106（图 1B-1C）。抗蚀剂层 102 用作掩模（图 1D）以在反应离子蚀刻（RIE）工艺期间阻挡离子 114。柱 108 被蚀刻到基板 100 中（图 1E）。磁层 110 随后沉积在柱 108 之上（图 1F）以提供用于数据记录位的磁岛，由此形成用于图案化磁介质的基础（foundation）。

压印光刻工艺一般要求抗蚀剂通过紫外（UV）光或者通过热能被固化。在热压印中，压模 104、样品基板 100、或者两者被加热以在压印工艺期间

软化抗蚀剂 102。冷却后，压印的抗蚀剂图案或特征 106 凝固，在去除压模 104 之后保持压印形状。

UV 固化压印中，透明压模 104 压在涂覆有液体光聚物抗蚀剂 102 的基板 100 上。曝光到 UV 光 112 (图 1B) 之后，抗蚀剂中的光引发剂 (photo initiator) 使得抗蚀剂 102 聚合成固体，留下凝固的形貌特征 106 在固化的抗蚀剂层 102 中 (图 1C)。在固化工艺期间压力可以施加到压模 104 和/或基板 100 以确保抗蚀剂 102 中优质特征 106 的完全形成。

在所示实施例中，压模 104 包括微小孔 116，其可以被构图为对应于图案化磁介质的数据记录位。图案化介质可以提供增大的位密度和存储容量，比常规多晶粒 (multigrain) 磁介质具有更大的热稳定性。除了所示的压印光刻工艺之外，图案化介质可以通过本领域技术人员公知的多种方法形成。

为了形成图案化介质，柱 108 或磁岛的高度有序阵列通常形成在基板 100 的表面上。通过在仅一个岛宽的道 (track) 而不是在宽得足以容纳多个 (通常在 10 左右) 随机晶粒的道中存储数据，实现了高密度。在一个实施例中，柱 108 或孔 116 直径约为 20nm。采用图案化介质，可以实现每平方英寸约一万亿位 (terabit) 的可行数据存储密度。

一旦抗蚀剂层 102 中的特征 106 被形成，压模 104 必须从基板 100 分离且移除。因为压模 104 中的孔 116 增大了压模 104 的有效表面积，所以表面能通常使压模 104 粘到抗蚀剂层 102，需要较大的力来将压模 104 从基板 100 去耦。通常，栓 (pin)、钩 (hook)、楔 (wedge) 或其他机械装置可以用来促使所述分离。

直接提升起压模 104 需要大的力来实现分离，这会导致对压印特征的机械损伤。与基板 100 的表面和/或压模 104 的表面的直接接触通常是不期望的，因为接触也会损伤微小特征且削弱某些潜在功能，例如数据吞吐量 (throughput)。此外，利用凿 (chisel) 或楔来使模式 1 裂纹从盘等的外径扩散会减小分离所需的力的量，但是也会引入非平衡力，导致不一致的分离。为了引起均匀的分離，会需要同时起作用的多个楔、机械倾斜 (mechanical tilting)、或难以实现的其他机械技艺 (mechanical feat)。

从前面的论述将变得显然，需要一种促进压模从基板分离的方法和装置。有利地，这样的装置和方法将提供简单的力来将压模从基板均匀地分开，而不会导致对基板或压印特征的损伤。另外，该方法和装置将是便宜的，易

于实施且可以以短的时间执行。

发明内容

相应于本领域的当前状态尤其是本领域中未通过用于将压模从基板分离的现有方法和装置完全解决的问题和需要开发了本发明。因此，开发了本发明以提供用于将压模从基板分离的装置和方法，其克服了本领域中上述缺点的许多或全部。

在一个实施例中，所述装置配置为设置加压空气源以引起压模从基板的分离。该装置可包括：其中有开口的具有顶和底的基板；支承机构，用于保持该基板；压模，具有形成的图案且配置为与基板的顶接触；腔，当压模与基板接触时形成在基板的开口内；通道，引导朝向所述腔；以及加压空气源，引导通过所述通道到达所述腔。

加压空气可提供足以将压模从基板分离的力。另外，该空气可以替代压模与基板之间产生的空隙，由此迅速使得所产生的裂纹扩散而没有很多抵抗。此外，可以实现分离而不使用额外的机械装置例如栓、钩、楔等来引起或扩散所述分离。利用加压空气简化了分离工艺，节约成本，且防止了对压模、基板和/或精巧表面特征的损坏。

在一个实施例中，该装置还配置为设置真空夹盘以用吸取力保持所述基板。在一个实施例中，通道被引导穿过真空夹盘朝向基板开口内所形成的腔。真空夹盘可提供平坦保持表面而不使用夹具等，这有利地防止了基板变形。在某些实施例中，保持基板所需的吸取力可大于加压空气所施加的力。

在再一实施例中，基板包括具有内径（ID）和外径（OD）的盘。腔可形成在盘的中心 ID 孔内。图案化的盘还可包括在存储装置中作为图案化磁介质。在某些实施例中，压模包括具有与数据记录位对应的纳米尺寸特征的形成图案。

还给出本发明的方法以用于将压模从图案化基板分离。在一实施例中，该方法包括：提供其中有开口的具有顶和底的基板；提供配置来保持该基板的支承机构；提供具有已形成的图案且配置为与所述基板的顶接触的压模，其中当该压模与该基板接触时腔形成在该基板的开口内；提供引导朝向所述腔从而将加压空气引入到所述腔的通道；以及引导加压气体通过该通道到所述腔以开始所述压模从所述基板的分离。

在再一实施例中，该方法包括通过用释放处理来处理所述压模以促进该分离工艺。供选地或另外地，该基板或该基板的可压印抗蚀剂层可以自释放以促进分离。一个或更多压模释放处理和/或自释放抗蚀剂或制剂可以单独或组合使用以确保压模从基板的完全快速分离。在一个实施例中，抗蚀剂层包括粘合促进剂以增大抗蚀剂层和基板的表面层之间的粘着。在一预期实施例中，固化抗蚀剂层粘合到基板且从压模容易地释放以促进分离。

整个说明书中对特征、优点的提及或类似语言并不意味着本发明可以实现的特征和优点的全部应该或者的确是在本发明的任何单个实施例中。相反，提及特征和优点的语言应理解为意味着结合实施例描述的特定特征、优点或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此，整个说明书中对特征和优点的论述以及类似语言可以但是不是必须地涉及相同实施例。

此外，所描述的本发明的特征、优点和特性可以在一个或更多实施例中以任何合适方式组合。本领域技术人员将意识到，可以实践本发明而没有特定实施例的一个或更多特定特征或优点。在另外的场合下，额外的特征和优点可以在特定实施例中表现，虽然其并不是在本发明的全部实施例中出现。

本发明利用加压空气施加的力使得压模能够从基板分离。在某些实施例中，加压空气可以被引导朝向基板中的开口，例如盘中的中心 ID 孔。本发明的这些特征和优点将从下面的描述以及附图变得更加明显，或者可以通过如下所述地实践本发明而被领悟。

附图说明

为了使本发明的优点易于理解，参照附图所示的特定实施例给出上面简要描述的本发明的更具体的说明。应理解，这些附图仅示出本发明的普通实施例，因此不应被理解为限制了本发明的范围。通过使用附图，以额外的特征和细节描述和说明本发明，附图中：

图 1A-1F 是基板的一组剖视图，示出用于产生图案化磁介质的现有技术光刻压印工艺；

图 2A 示出具有道和图案化数据记录位的盘的平面图；

图 2B 示出具有选择来经历特征蚀刻工艺的表面层和可压印抗蚀剂层的基板的剖视图；

图 3 示出根据本发明的压模、基板和真空夹盘 (chuck) 的一个实施例

的剖视图；

图 4 示出根据本发明在抗蚀剂聚合期间压模、基板、以及真空夹盘的一个实施例的剖视图；

图 5 示出根据本发明压模利用加压空气从基板分离的一个实施例的剖视图；以及

图 6 是示意性流程图，示出根据本发明的压模分离方法的一个实施例。

具体实施方式

整个说明书中对“一实施例”、“实施例”的提及或类似语言意味着结合该实施例描述的特定特征、结构或特性被包括在本发明的至少一个实施例中。因此，整个说明书中短语“在一个实施例中”、“在实施例中”和类似语言的出现可以但不是必须地全部指的是相同的实施例。

此外，所描述的本发明的特征、结构或特性可以在一个或更多实施例中以任何合适方式组合。在下面的描述中，公开了许多特定细节以提供对本发明的实施例的彻底理解。然而，本领域技术人员将意识到，可以实践本发明而没有所述特定细节的一个或更多，或者采用其他方法、组元、材料等。在其他情形下，公知结构、材料或操作未示出或详细描述以避免模糊了本发明的方面。

图 2A 示出含有利用本领域公知的压印技术形成的图案化磁介质的盘 200 的平面图。盘 200 包括圆形外边缘 202、中心开口 204、外径 (OD) 206、内径 (ID) 208、道 210、以及数据记录位 212。中心开口 204 可以形成腔 (chamber) 的一部分，在某些实施例中，其在如图 3-5 所示利用加压空气将压模从基板分离方面是有利的。

每个道 210，其是盘 200 上可以写数据的环，用来确定存储信息的位置。图案化磁介质的道 210 通常包括多个高度一致的柱 108 或岛，如图 1F 所示。每个岛能够存储对应于二元数字 (binary digit) 的单独数据记录位 212。

盘 200 可以涂敷有设计来以磁图案的形式存储信息的特定薄膜介质。悬吊或浮置在盘 200 之上仅微英寸的分数的电磁读/写头用来记录信息到薄膜介质上或者从其读取信息。在某些实施例中，读/写头飞行在盘 200 的表面之上仅一纳米。因此，精确度和基板完整性 (integrity) 对于实现优良的数据吞吐量是重要的。

通过产生电磁场来将位 212 或隔离的磁岛 108 定向在一个方向或另一方向，读/写头可以写信息到盘 200。为了读取信息，读/写头检测的磁图案被转换成一系列脉冲，其被送到逻辑电路从而被转换成二元数据且被系统的其余部分处理。为了增大存储介质的容量，制造商在不断努力减小位 212 的尺寸和构成位 212 的磁晶粒。

具有隔离岛 108 的图案化介质使得位尺寸能被减小而不导致公知为超顺磁效应的不稳定性。在常规多晶粒磁介质中，例如，位 212 通常通过用磁合金薄层覆盖平坦基板来产生，其包括基板表面上形成的称为晶粒的原子团簇。每个晶粒作为部分独立的磁化单元操作，受其他晶粒的影响。存储在道 210 中的数据包括交替磁极性的区域。

由于其物理分离和彼此减小的磁耦合，磁岛 108 用作独立磁单元，每个岛内包括单个晶粒或者强耦合晶粒的集合。由于这些磁岛 108 通常大于常规介质中的单独晶粒，所以其磁化是热稳定的。

为了增大数据存储密度，道 210 可以制得较窄，或者沿道 210 的交替极性区域的长度可以减小。降低这些尺寸通常需要减小介质中随机晶粒的尺寸，从而可以通过磁写头定义锐利的边界和锐利的道边缘边界。如果晶粒太大，记录系统的信噪比受损，以不可接受的比率产生数据错误。另一方面，如果晶粒太小，它们会由于热诱导振动而变得不稳定且自发反转其磁极性（导致所存储数据的丢失）。由于超顺磁效应，对于常规多晶粒磁记录介质稳定存储介质的面密度通常被限制到 150Gbit/in^2 左右。

在盘 200 的基板上形成单独的柱 108 增大了存储容量且减少了由于磁晶粒不稳定而丢失数据的风险。产生图案化磁介质和包括图案化磁介质的存储装置例如硬盘驱动器（HDD）的益处已经被广泛证实。

图 2B 示出基板 250 的横截面的一个实施例。在某些实施例中基板 250 可以是具有开口 204 的盘 200 且可以包括基层 (base layer) 252、表面层 254、可压印抗蚀剂层 256、顶 258、以及底 260。基板 250 的厚度可以根据盘 200 的直径 206 改变。但是，本领域技术人员将意识到，适于经历压印工艺的基板 250 不是必须限制于盘 200。另外，基板 250 可包括由于各种原因和品质而被选择的多层，因此不局限于所示实施例。

基层 252 可以由固体材料例如玻璃或金属制成。一般使用的金属可包括铝和镁的合金。基层 252 在某些实施例中可包括基板 250 的底 260。供选地，

底 260 也可以被涂覆或分层。为了清楚之目的,这里使用的基板 250 的顶 258 指的是基板 250 的被选择且被准备来经历压印工艺的面。

表面层 254 可被选择来经历本领域公知的特征蚀刻工艺。在某些实施例中,表面层 254,其可以为约四十纳米厚,是涂覆在基层 252 上的氮化硅层。在形成有与数据记录位 212 对应的柱 108 的盘 200 或磁介质的情况下,表面层 254 可以被蚀刻从而形成接收磁涂层 110 的柱 108,如图 1F 所示。

为了蚀刻表面层 254,表面层 254 和模制可压印层 256 可以在定向蚀刻工艺例如反应离子蚀刻 (RIE) 期间暴露到离子 114 (图 1D)。离子 114 与可压印抗蚀剂层 256 和表面层 254 的材料结合且可以形成不带电气体,其被泵出蚀刻腔,在表面层 254 中留下蚀刻图案。可压印抗蚀剂层 256 可以以通常低于表面层 254 的速率蚀刻,导致在表面层 254 中柱 108 的形成,如果图案被蚀刻深入到表面层 254 中的话。

可压印抗蚀剂层 256 可包括能够经历压印工艺的任何抗蚀剂。本领域公知的光致抗蚀剂通常包括可在紫外 (UV) 光中固化的光引发剂。供选地,抗蚀剂可以通过热被固化。在一预期实施例中,可压印抗蚀剂 256 具有低粘滞度 (viscosity),可 UV 固化,且耐反应离子蚀刻。本领域技术人员将意识到,适当的抗蚀剂可包括多种成分和/或添加剂。已经开发了能够复制高度定义的图案的抗蚀剂材料。

在一个实施例中,粘合促进剂可以用来确保可压印抗蚀剂层 256 到表面层 254 和/或到基板 250 的粘合。粘合促进剂是重要的,以保持压模 104 和压印特征的完整性。即使小部分抗蚀剂粘到压模 104 也会有害于压模 104 且会损坏图案化结构。供选地或另外地,抗蚀剂 256 可以自释放 (self-releasing)。在一预期实施例中,可压印抗蚀剂层 256 粘合到基板 250 且从压模 104 释放。本领域技术人员将意识到,一个或更多释放处理、制剂 (agent) 和/或具有自释放品质的抗蚀剂可以被单独或组合地使用从而确保完全、快速的分离。另外,其他制剂例如粘合促进剂等也可以用来实现所需效果,例如容易的分离。因此,本发明的范围不限于所示实施例。

可压印层 256 可用作用于表面层 254 的掩模。在一个实施例中,液体抗蚀剂 256 沉积在表面层 254 上作为随后通过压模 104 分布在表面层 254 上的液滴。在一供选实施例中,基板 250 可以被旋转从而将液体抗蚀剂均匀地分布在基板 250 的顶 258 上。

图3示出压模300、基板310、真空夹盘320、加压空气源330、以及真空源332的一个实施例的剖视图。压模300可包括用于接触基板310的顶312的图案化模具表面302。在一个实施例中，压模300的所形成的图案可包括与数据记录位212对应的纳米尺寸的特征，且基板310可以类似于图1A-2B所示的基板100和250。供选地，压模300可包括任何形成的图案，且基板310可以不同地配置。

压模300可被机械定位以接触基板310。供选地或另外地，基板310可定位来接触模具表面302。本领域技术人员将意识到，压模300和基板310可相对于彼此和/或相对于指定接触表面定位。因此，本发明不限于所描绘的实施例或水平布置。在一个实施例中，基板310定位在压模300之上，顶312定位来接触模具表面302。供选地，压模300和基板310可以垂直地定位。

在某些实施例中，压模300和/或基板310可以利用一个或更多机械装置远离或移动至接触。在一个实施例中，机械装置（未示出）将压模300提升到基板310之上约一毫米的备用位置（standby position）336且将压模300保持在原位直到需要压模310用于压印。压模300初始可以用加压空气从基板310分离。随后，机械装置例如简单悬架固定装置（未示出）可以将压模300从基板310提升起来。在提升起压模300之前将压模300从基板310分离保护了所压印的特征。

在某些实施例中，压模300可以是透明的。具体地，压模300可以对紫外光透明以固化可压印抗蚀剂。在一个实施例中，压模300包括聚甲基丙烯酸甲酯（polymethylmethacrylate, PMMA），一种透紫外材料。在某些实施例中，压模300和/或模具表面302可以由石英或硅制成。在一实施例中，图案化的模具表面302利用电子束光刻形成。所形成的图案可以被蚀刻到模具表面302中。另外，所形成的图案可以是所需基板图案的对应相反图案。例如，压模300中的孔对应于形成在基板310上的柱。

因为模具表面302可具有高密度纳米尺寸的特征，所以接触基板310的总表面积可以有效增大，使得压模300具有强的粘到基板310的趋势。为了最小化粘合的可能性，模具表面302和/或压模300可以经历释放处理以促进从基板310分离。释放处理的一个示例可包括自组装（self-assembled）单层例如1H, 1H, 2H, 2H-全氟癸基（perfluorodecyl）-三氯硅烷（trichlorosilane）（FDTS）的化学涂覆，其减小了表面能且已被证实降低了吸引力（attraction

force)。可利用其他类型的释放处理来使压模 300 具有“非粘性”品质。

基板 310 可包括多个层，如关于图 2B 所论述。具体地，基板 310 可包括可压印抗蚀剂层 256，其用于将压模 300 的已形成的图案转移到基板 310。在某些实施例中，基板 310 对 UV 光线透明从而促进固化抗蚀剂。在所示实施例中，基板 310 包括开口 314，例如盘 200 中的中心开口 204 (ID 208)。

基板 310 可通过支承机构被支承或稳定。支承机构可包括在压印工艺期间适当地保持基板 310 的任何机构。夹具 (clamp) 等可保持基板 310，尽管夹具会导致基板 310 的变形。

真空夹盘 320，其通常依靠吸取力 (suction force) 来保持基板 310，可消除对机械夹持部件的需要。另外，真空夹盘 320 可提供平坦表面和均匀分布的保持力，其减小了基板变形的可能。

在所示实施例中，基板 310 通过真空夹盘 320 被保持在原位，真空夹盘 320 具有连接到真空源 332 的空气通道 322、表面支承件 324、引导到基板 310 中的开口 314 的空气通道 326、以及基板引导件 328。在一预期实施例中，真空夹盘 320 固定基板 310 以用于压印，包括在分离工艺期间。表面支承件 324 可通过空气通道 322 连接到真空源 332。在某些实施例中，表面支承件 324 可包括高密度多孔金属，其保持其形状，但是能使空气通过其孔。当经受吸取力 334 时，表面支承件 324 支承基板 310 并保持其平坦度，从而防止基板变形。保持基板 310 的保持力 334 (F_H) 可以由空气通道 322 内的负气压决定。

图 4 示出与基板 310 接触的压模 300 的一个实施例。腔 400 形成在基板 310 的开口 314 内。通道 326 可以耦合到加压空气源 330 从而将加压空气引导朝向腔 400。抗蚀剂层可被压在基板 310 和压模 300 之间以使抗蚀剂与所形成的图案一致。负载 (load) 和/或所应用的压力可施加到压模 300 和/或基板 310 以促进模制所压印的特征。

基板 310 的抗蚀剂层可在压印工艺期间聚合或凝固。在某些实施例中，UV 光线 112 穿过压模 300 从而固化液体抗蚀剂，在基板 310 上形成固体的图案化的特征。如前所述，根据压印工艺的性质，热也可用来固化抗蚀剂以在基板 310 中形成固体的形貌特征。如图所示的真空夹盘 320 可以在固化工工艺期间保持基板 310 以防止基板移动。在一预期实施例中，空气通道 322 中的气压维持在环境气压以下从而保持基板 310，而通道 326 中的气压在压印

和抗蚀剂固化工艺期间保持在环境气压。

在一个实施例中，抗蚀剂被固化之后，负载可从压模 300 去除以准备分离工艺。在某些实施例中，抗蚀剂固化工艺密封腔 400；然而，如上所述，一个或更多释放处理等可促进分离工艺。因此，腔 400 可以是或者可以不是气密的 (airtight)，尽管通常需要某些外力来开始压模分离。

图 5 示出压模 300 利用加压空气的力 500 从基板 310 分离的一个实施例。当腔 400 内的气压超过分离阈值时，压模 300 从基板 310 迅速分离，留下完整的固化压印特征。在某些实施例中，加压空气可以是清洁干燥空气 (CDA)。供选地，其他气体或气体的组合可以被加压以实现类似效果。

腔 400 内，空气对所有的面施加压力，产生上提升力 500，其足够有力从而引起将压模 300 从基板 310 分离的模式 1 断裂面(fracture surface)位移 502。加力的空气使间隙扩散直到分离完成。在具有中心开口 204 的盘 200 基板的情况下，模式 1 断裂产生从 ID 208 开始的间隙，其朝向 OD 206 扩散，产生简单但是一致的分离，消除了对附加力的需要。当然，一个或更多额外机械装置可以与加压空气结合使用，但是通常不必要。

压模 300 可随后利用简单机械装置被移除或者被提升到备用位置 336。两空气通道 322、326 内的气压可返回到环境气压，基板 310 可以从真空夹盘 320 移除。

为了在分离工艺期间成功保持基板 310，分离力 500 (F_S) 的大小可以通过基板保持力 334 (F_H) 被限制，其中 $F_S < F_H$ 。否则，所施加的分离力 500 (F_S) 会克服保持力 334 且因此将耦合的压模 300 和基板 310 从真空夹盘 320 移动，从而导致基板分离工艺失败；尽管用加压空气一起夹举压模 300 和基板 310 通常不损坏所形成的表面结构。

在基板 310 包括盘 200 的某些实施例中，所施加的分离力 500 (F_S) 可由下面的公式确定：

$$F_S = A_S * P_A = \pi * (D_S/2)^2 * P_A \quad \text{公式 1}$$

其中 F_S = 将压模从基板分离所需的分离力；

A_S = 腔中暴露于加压空气的压模表面积；

P_A = 所施加的气压；以及

D_S = 腔中暴露于空气的压模表面的直径。

另外，用于盘 200 的保持力 334 (F_H) 可由下面的公式确定：

$$F_H = A_H * P_V = \alpha * \pi * [(D_2/2)^2 - (D_1/2)^2] * P_V \quad \text{公式 2}$$

其中 F_H = 保持基板所需的保持力;

A_H = 保持基板的表面支承件的总面积;

P_V = 抽真空所产生的负压;

α = 提供真空吸取力的表面支承件所占的量;

D_1 = 保持基板的表面支承件的内径; 以及

D_2 = 保持基板的表面支承件的外径。

有利地, 真空夹盘 320 可具有几乎与整个基板表面一样大的多孔支承表面 324。在某些实施例中, 保持基板 310 的表面支承件的总面积 (A_H) 可以由提供真空吸取力的表面支承件所占的量 (α) 确定。例如, α 的值可以表示与总表面积 ($\pi * [(D_2/2)^2 - (D_1/2)^2]$) 相比时支承表面 324 的孔隙率。真空压 (P_V) 可通过真空泵性能或真空源 332 确定, 且通常可实现低为 -0.8atm (~ -12psi) 的负压。

另外有利地, 决定分离力 500 (F_S) 的面积局限于腔 400 内暴露的压模表面积, 而不是基板 310 内的开口 314。结果, 可以与开口 314 的尺寸无关地实现强的力 500 (F_S)。在实验观察中, 为实现分离所施加的气压 (P_A) 通常在约 80psi 的范围, 因此为控制分离工艺提供宽范围的选择。在其中基板 310 包括具有约 1.1 英寸的 OD 206 的微驱动盘基板的一个实施例中, 压模 300 可以用小于约 10psi 的所施加的气压 (P_A) 从基板 310 分离。

下面的示意性流程图一般地陈述为逻辑流程图。因此, 所示顺序和标注的步骤表示所述方法的一个实施例。可以构思其他步骤和方法, 其与所示方法的一个或更多步骤或者其部分在功能、逻辑或效果上是等效的。另外, 所采用的格式 (format) 和符号被提供来说明该方法的逻辑步骤且不应理解为限制了该方法的范围。尽管各种箭头类型和线类型可以在流程图中采用, 但是它们不应理解为限制了对应方法的范围。另外, 特定方法发生的顺序可以或者可以不严格遵循所示的对应步骤的顺序。

图 6 示出根据本发明将压模从基板分离的方法 600 的一个实施例。如图所示, 方法 600 包括: 602 提供具有开口的基板; 604 提供支承机构用于保持该基板; 606 提供具有已形成的图案的压模; 608 当压模与基板接触时在基板的开口内形成腔; 610 提供引导朝向所述腔的通道; 以及 612 引导加压气体通过该通道。

加压空气促进了将压模从基板去耦，而不损及压模、基板或任何表面特征。另外，均匀的上提升力可以提供来分离压模，而不使用复杂的机械装置。只要腔内的压强增大足以允许压模与基板之间的分离，方法 600 与所形成的腔的条件例如腔是否是气密的或者腔尺寸无关地起作用。

方法 600 提供简单且便宜的制造工艺以产生压印基板，尤其是关于盘基板。在磁存储工业，磁记录盘 200 通常包括中心 ID 孔，其可被利用来促进压模的原位分离。利用加压空气开始压模的分离易于进行且减小了压印设备成本。

本发明可以以各种特定形式实施而不偏离其思想或本质特性。所描述的实施例在所有方面应理解为仅是示例性而不是限制性的。因此，本发明的范围由所附权利要求而不是前面的说明表示。落入权利要求的等价物的意义和范围内的全部改变应包括在权利要求的范围内。

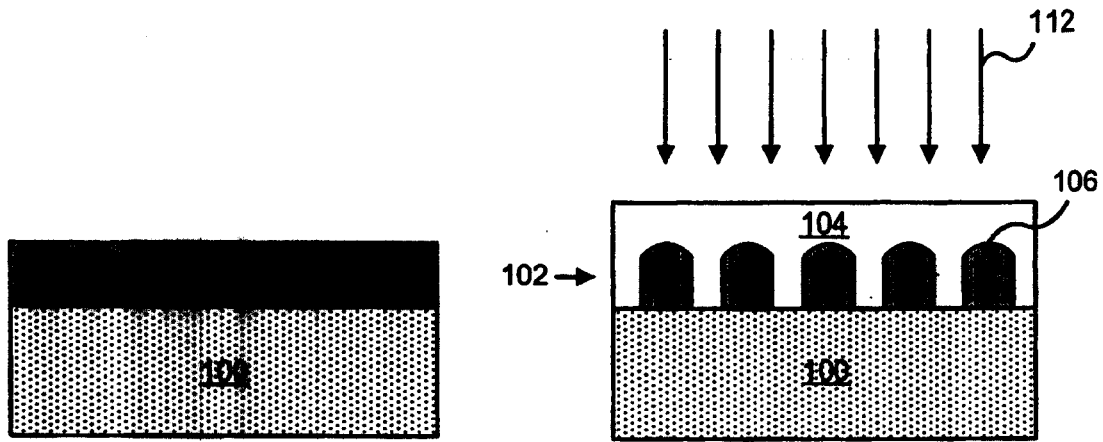


图 1A

图 1B

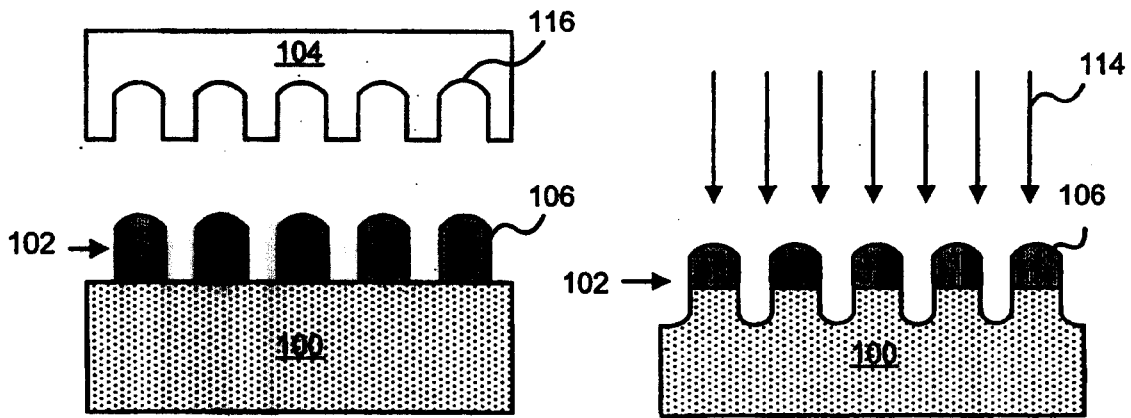


图 1C

图 1D

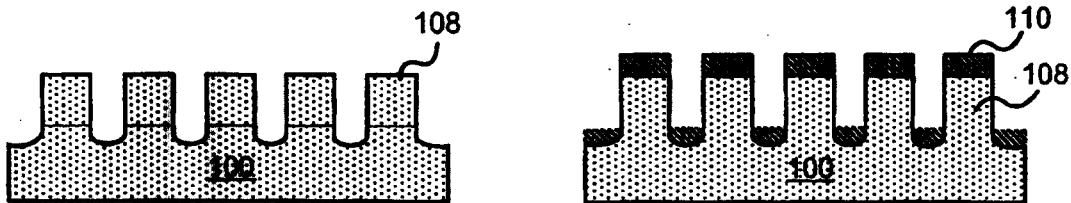


图 1E

图 1F

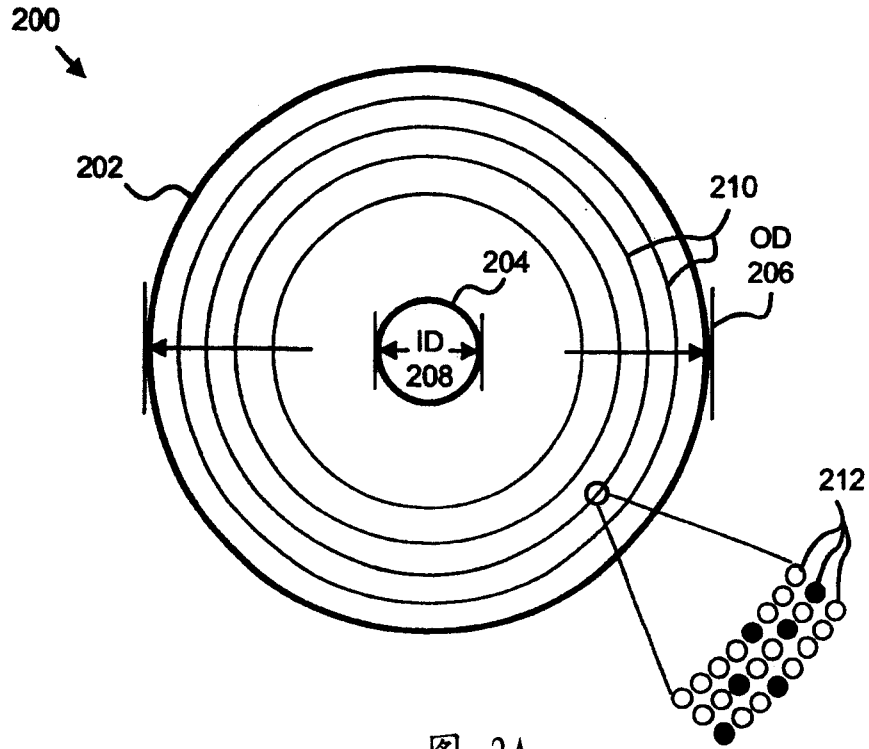


图 2A

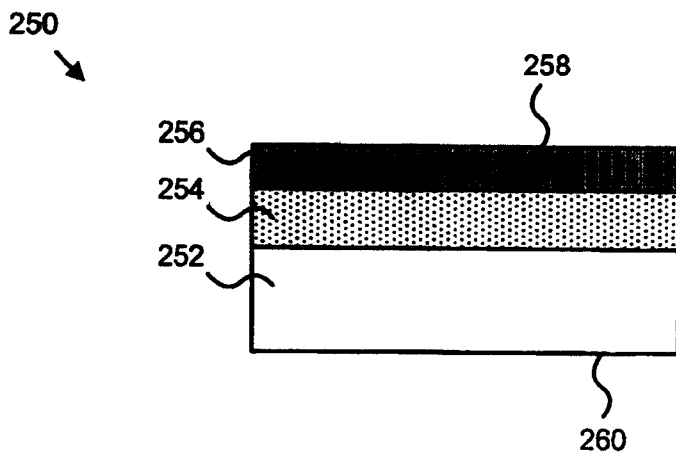


图 2B

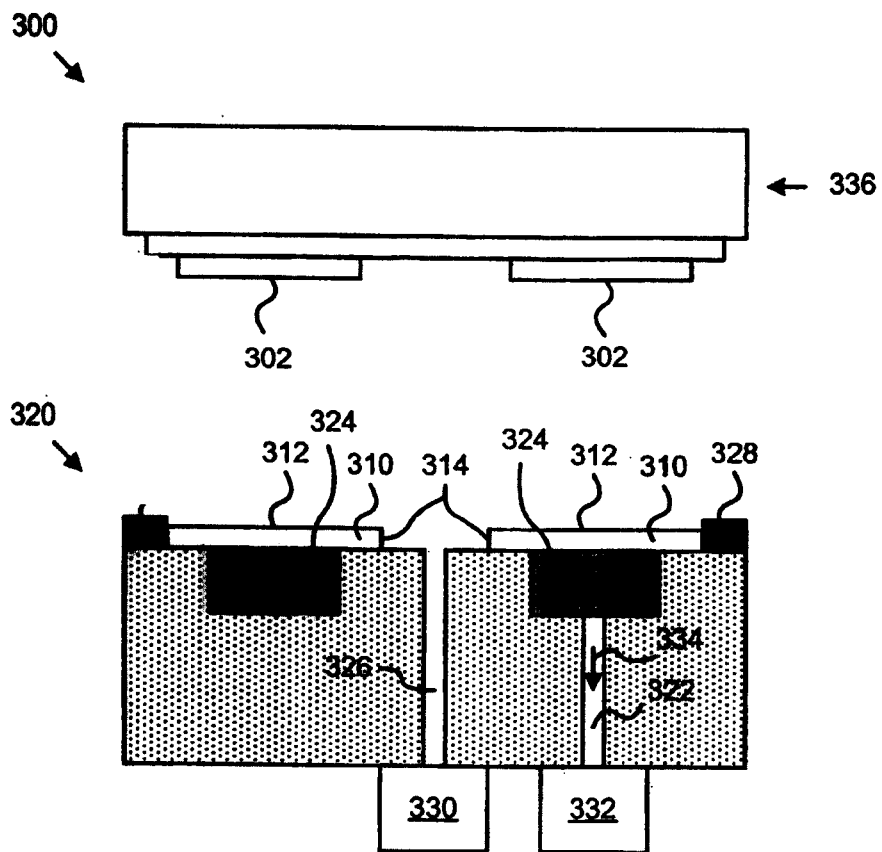


图 3

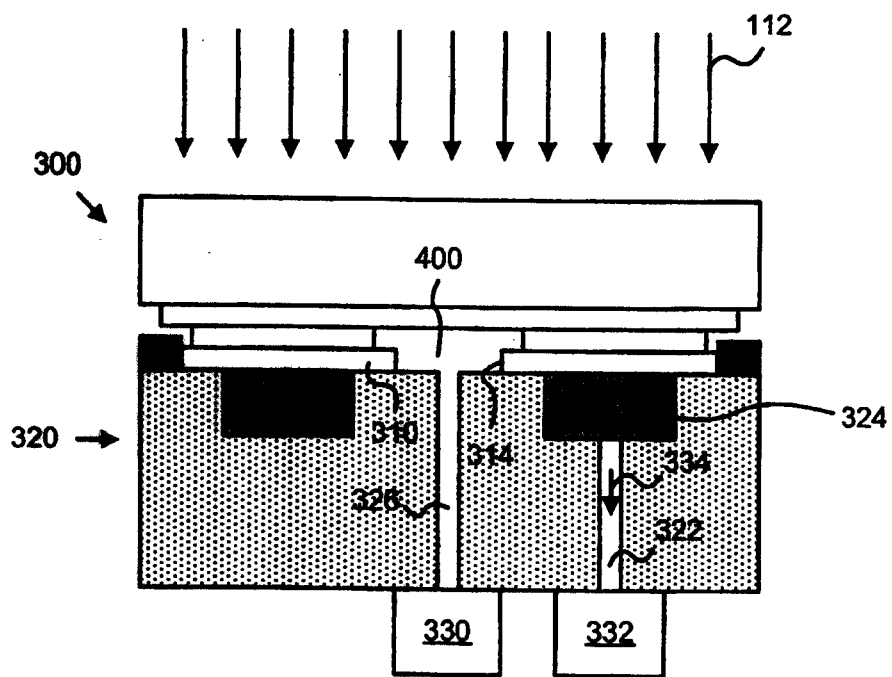


图 4

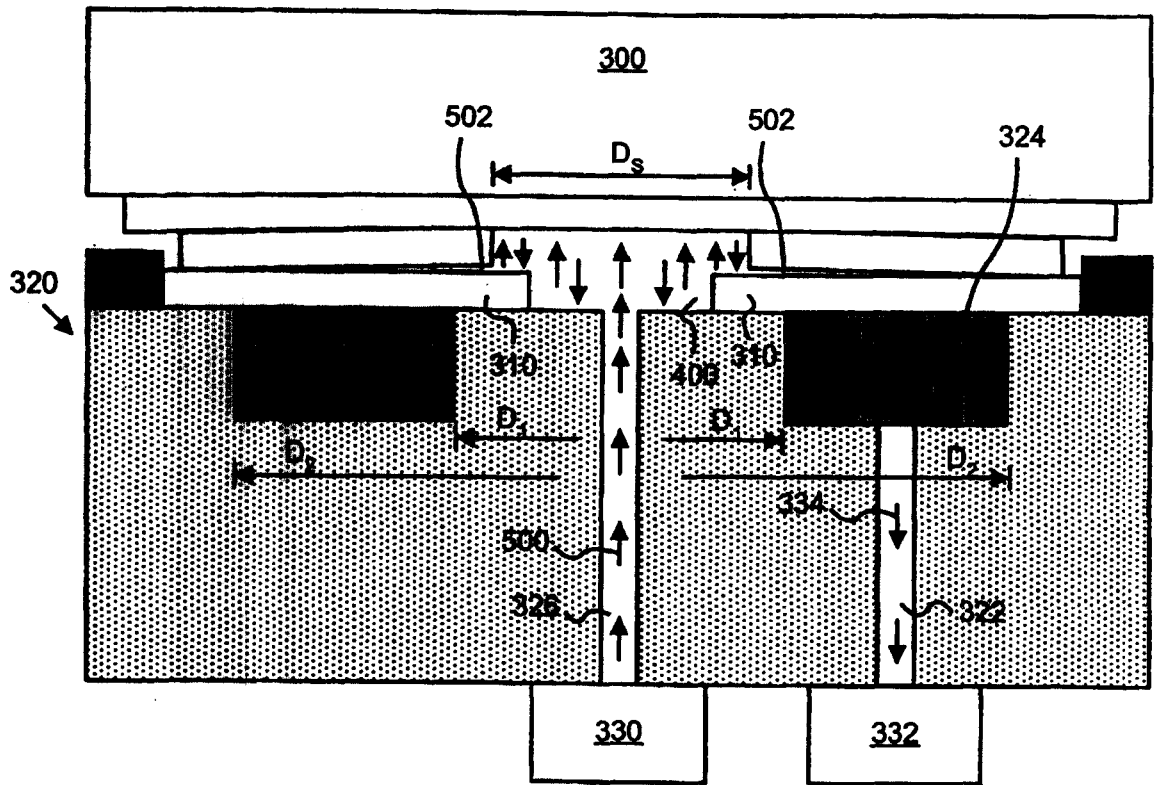


图 5

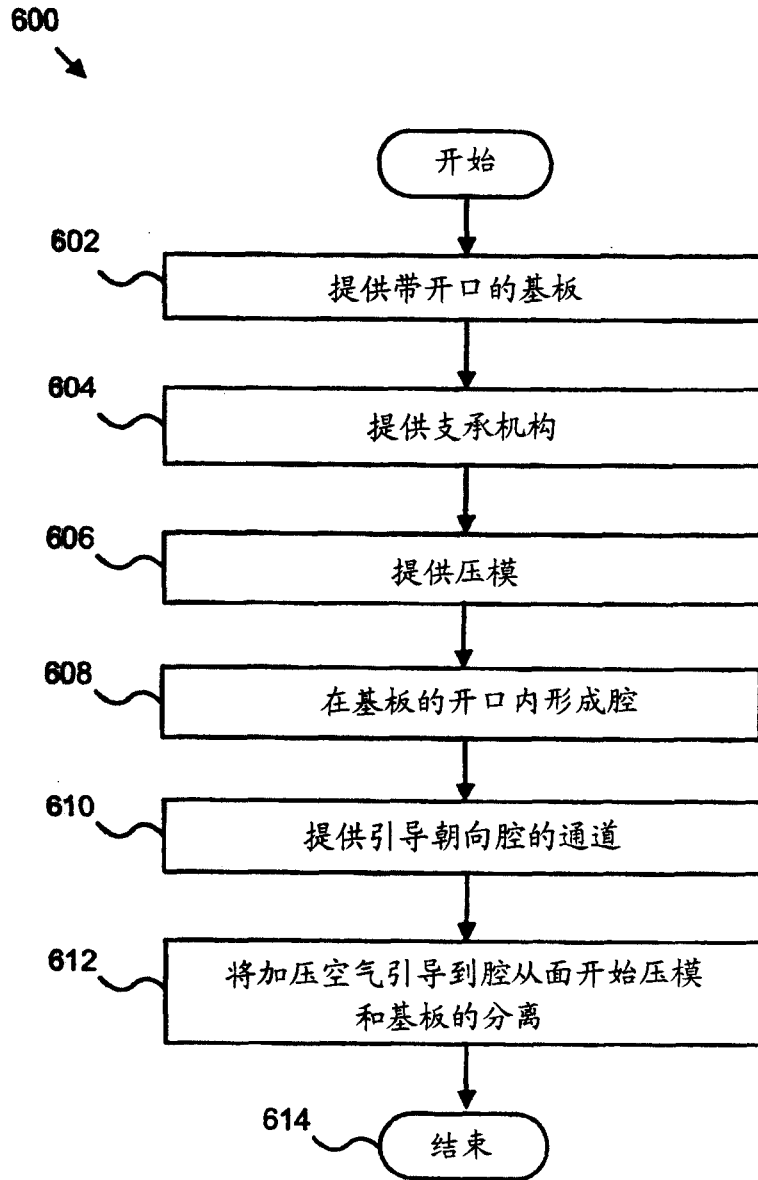


图 6