(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103180903 A
(43)申请公布日 2013.06.26

(21)申请号 201180051627.4
(22)申请日 2011.09.09
(30)优先权数据
61/381,283 2010.09.09 US
61/388,308 2010.09.30 US
13/228,426 2011.09.08 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2013.04.25
(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2011/050944 2011.09.09
(87)PCT申请的公布数据
WO2012/033988 EN 2012.03.15
(71)申请人 瓦里安半导体设备公司
地址 美国麻萨诸塞州格洛斯特郡都利路35号
(72)发明人 法兰克·辛克莱
朱利安·G·布雷克
(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
代理人 臧建明 张洋
(51)Int.Cl.
G11B 5/855(2006.01)

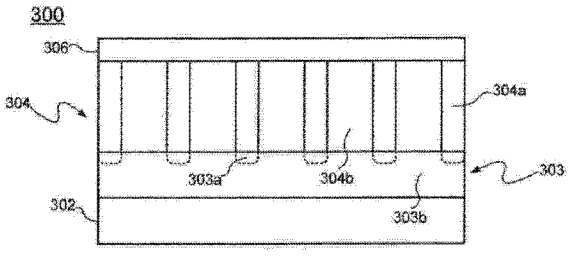
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

用于制造位元图案化媒体的技术

(57)摘要

本发明揭示一种用于制造位元图案化媒体的技术。在一个特定示范性实施例中，所述技术可实现为一种用于制造位元图案化媒体的方法。所述方法可包括：形成中间层，所述中间层包括彼此邻近的改质区和第一区，其中所述改质区和所述第一区可具有至少一种不同的性质；在所述中间层的所述第一区上沉积磁性物质以形成有源区；以及在所述中间层的所述改质区上沉积非铁磁物质以形成分离体。



CN 103180903 A

1. 一种形成数据存储媒体的方法，所述方法包括：

形成中间层，所述中间层包括彼此邻近的改质区和第一区，其中所述改质区和所述第一区具有至少一种不同的性质；

在所述中间层的所述第一区上沉积磁性物质以形成有源区；以及

在所述中间层的所述改质区上沉积非铁磁物质以形成分离体。

2. 根据权利要求 1 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述第一区和所述改质区具有不同的结构。

3. 根据权利要求 2 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述第一区包括一种或一种以上晶体，且所述改质区为非晶态的。

4. 根据权利要求 2 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述第一区包括一种或一种以上具优选取向的晶体，且所述改质区为非晶态的。

5. 根据权利要求 2 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述第一区为非晶态的，且所述改质区包括一种或一种以上晶体。

6. 根据权利要求 1 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述中间层具有 Mg、Ta 和 Ti 中的至少一者。

7. 根据权利要求 1 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述分离体包括 SiO_2。

8. 根据权利要求 1 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述改质区和所述第一区具有至少一种不同的物质。

9. 根据权利要求 1 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述改质区和所述分离体具有至少一种共同的物质。

10. 根据权利要求 9 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述至少一种共同的物质为 Si。

11. 根据权利要求 1 所述的形成数据存储媒体的方法，其进一步包括：

在形成所述有源区和所述分离体之前蚀刻所述中间层的表面。

12. 根据权利要求 1 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于通过离子植入来形成所述中间层的所述改质区。

13. 根据权利要求 12 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于以 15keV 或更小的能量来执行所述离子植入。

14. 一种形成数据存储媒体的形成数据存储媒体的方法，所述方法包括：

形成中间层，所述中间层包括彼此邻近的改质区和第一区，其中所述改质区和所述第一区具有至少一种不同的性质；

在所述中间层的所述第一区上沉积磁性物质以形成有源区；以及

在所述中间层的所述改质区上沉积非铁磁物质以形成分离体，其中同时形成所述有源区和所述分离体。

15. 根据权利要求 14 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述第一区包括一种或一种以上晶体，且所述改质区为非晶态的。

16. 根据权利要求 14 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述第一区包括一种或一种以上具优选取向的晶体，且所述改质区为非晶态的。

17. 根据权利要求 14 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于通过离子植入来形成所述改质区。

18. 根据权利要求 17 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于以 15keV 或更小的能量来执行所述离子植入。

19. 根据权利要求 14 所述的形成数据存储媒体的方法，其特征在于所述改质区和所述分离体含有 Si。

20. 一种数据存储媒体，其包括：

中间层，其具有改质区和多个第一区，其中所述改质区和所述第一区具有至少一种不同的性质；

有源区，其形成于所述中间层的所述第一区上，所述有源区含有磁性材料；以及

分离体，其形成于所述改质区上，所述分离体含有非铁磁材料。

21. 根据权利要求 20 所述的数据存储媒体，其特征在于所述中间层包括 Mg、Ta 和 Ti 中的至少一者。

22. 根据权利要求 21 所述的数据存储媒体，其特征在于所述有源区包括 Co、Ni、Cr 和 Pt 中的至少一者。

23. 根据权利要求 21 所述的数据存储媒体，其特征在于所述分离体包括 SiO_2。

24. 根据权利要求 20 所述的数据存储媒体，其特征在于所述第一区包括一种或一种以上晶体，且所述改质区为非晶态的。

25. 根据权利要求 20 所述的数据存储媒体，其特征在于所述改质区和所述第一区具有不同的物质。

用于制造位元图案化媒体的技术

技术领域

[0001] 本申请案涉及数据存储媒体，明确地说，涉及制造位元图案化媒体。

背景技术

[0002] 位元图案化媒体(bit patterned media,BPM)可成为下一代数据存储媒体，且可扩展硬驱动磁盘的数据存储容量。如图 1f 中所说明，常规 BPM 可包含基底(base)102、存储层(storage layer)104、中间层(intermediate layer)103 和保护层(protective layer)106。在数据存储层 104 内，可存在多个有源区(active region)104b，其每一者用于存储单个数据位元，且存在一个或一个以上的分离体(separator)104a 以用于隔离每一有源区 104b。由于将每一数据位元存储于每一有源区 104b 中，所以媒体 100 的容量取决于有源区 104b 的数目。具有较大数目的有源区 104b 的媒体 100 可存储较多数据。

[0003] 在常规 BPM 中，在制造媒体 100 期间形成有源区。这与早期数据存储媒体相反，在早期数据存储媒体中在记录数据时形成有源区。参看图 1a 到图 1f，显示用于制造 BPM 100 的常规方法。最初，媒体 100 可包括基底 102 和数据存储层 104。数据存储层 104 可含有铁磁材料。

[0004] 首先，对媒体 100 执行图案化过程。在此过程中，将抗蚀剂层 108 沉积到数据存储层 104 上(图 1a)。此后，使用已知的微影(lithographic)过程(例如光刻工艺、纳米压印微影过程或直写式电子束微影过程)对抗蚀剂(resist)108 之层进行图案化。如图 1b 所显示，数据存储层 104 的一个或一个以上部分在微影过程之后暴露。

[0005] 在图案化步骤之后，可执行蚀刻步骤。蚀刻步骤的实例可为离子研磨(milling)过程。在此步骤中，将反应性离子(reactiveion)122 朝向数据存储层 104 的暴露部分引导，且移除来自暴露部分的铁磁材料(图 1c)。同时，数据存储层 104 的未暴露的部分由抗蚀剂 106 遮蔽且保留于媒体 100 上。当从侧面观看时，所得的媒体 100 可包括间隔开且通过间隙而彼此隔离的铁磁材料圆柱 104b。保留于媒体 100 上的圆柱可最终形成有源区 104b。接着用具有低导磁性(permeability)和剩磁(remanence)的非磁性材料来填充所述圆柱之间的区域(例如，间隙)以形成分离体 104a (图 1d)。此后，对媒体 100 进行平坦化(图 1e)，且将保护一种涂层 106 沉积到媒体 100 上(图 1f)。如上所述，所得的媒体 100 包括数据存储层 104，其具有由一个或一个以上的非磁性分离体 104a 隔离的多个有源区 104b。

[0006] 作为改进，已提议一种制造 BPM 的工艺，其并入有离子植入步骤。此工艺在图 2a 到图 2e 中显示。

[0007] 首先，在数据存储层 204 上沉积抗蚀剂 108 (图 2a)。数据存储层 204 中的材料可为铁磁材料。在沉积抗蚀剂 108 之后，使用一种已知的微影过程来对抗蚀剂层 108 进行图案化，且暴露数据存储层 204 的(若干)部分。此后，离子 222 受到引导而朝向数据存储层 204。在此过程中，将离子 222 植入到数据存储层 204 中。离子 222 接着使区 204a 中的材料从铁磁材料转化为具有低导磁性且理想地没有剩磁的材料以形成分离体 204a (图 2c)。同时，未暴露且未植入离子 222 的区 204b 中的材料可保持铁磁性。所得的数据存储层 204

可包含未暴露到离子的有源区 204b 和经由暴露到离子所形成的一个或一个以上的分离体 204a（图 2d）。分离体 204b 在形成时可隔离每一有源区 204b。

[0008] 在形成有源区 204b 和分离体 204a 之后，移除剩余的抗蚀剂 108，且将保护层 106 沉积到存储层 204 上（图 2e）。

[0009] 可采用各种方法来形成分离体 204a。在一种方法中，经由稀释磁性材料来形成分离体 204a。在此方法中，向暴露区中的铁磁材料植入充足剂量的稀释离子，例如不展现磁性的离子物质（species）。在所述过程中，所得材料的居里温度（Curie temperature）降低到室温，或所述材料在室温下不再具有磁性。为了实现充分的稀释，可能需要原子浓度为约 10％或 10％以上的稀释离子。对于包括 30nm 厚的钴（Co）为主的数据存储层的媒体，10％的浓度意味着大约 $3\times10^{16}/cm^2$ 的离子剂量。此剂量可与存储层的厚度成比例，因此，如果数据存储层较薄，则剂量可较小。

[0010] 在另一方法中，可通过影响暴露区中的材料的结晶性或微结构来转化磁性材料。离子植入过程为可造成许多原子碰撞的高能过程。在植入期间，暴露区中的以不同方式原本结晶的材料可变成非结晶和 / 或无序。因而，所述材料可在室温下展现低铁磁性。同时，未暴露部分中的紧靠于暴露部分的材料可保持其原始磁性。如果原始铁磁层为从堆叠中的极薄层的相互作用而产生其磁性的多层，那么此方法可为有效的。然而，此方法还可能需要高的离子剂量。使硅基板非晶化 / 无序时所必要的典型离子剂量为 1×10^{15} 个离子 $/cm^2$ 或更高。在金属基板中，此所需的剂量可能甚至更高，尤其是当在室温下执行植入时。

[0011] 然而，这两种方法均有若干缺点。一种缺点可为部分由高离子剂量需求引起的有限处理量。如上所述，每一种形成分离体 204a 的方法需要在约 1×10^{16} 到 1×10^{17} 个离子 / cm^2 的范围内的离子剂量。然而，常规离子植入器中的射束电流由于在产生离子方面的限制而受到限制。因而，此高剂量将限制处理量或增加离子植入系统必须处理媒体的时间。在处理量有限的情况下，与制造 BPM 相关联的成本可能较高。

[0012] 处理量还可部分受抗蚀剂图案化步骤限制。如上所述，可使用电子束直写式图案化步骤来对抗蚀剂进行图案化。在此过程中，沿一个或一个以上的方向来扫描电子束以对抗蚀剂进行直写或图案化。虽然此过程可实现较高的分辨率，但此过程非常缓慢且其不适合用于高处理量生产。

[0013] 可使用纳米压印微影过程（更有效的抗蚀剂图案化工艺）来增加处理量。然而，此图案化工艺无法产生具有所要性质的抗蚀剂。举例来说，在纳米压印微影过程中实现的最大实际抗蚀剂高度可限于约 50nm。所述抗蚀剂可能无法经受后续高剂量离子植入过程且 / 或无法充分保护下方材料。可能会在离子植入期间溅射掉一部分抗蚀剂，且可能会向暴露区外部的部分材料（即，原本在抗蚀剂 108 下方的材料）植入离子且还将其转化为分离体 204a。因此，所产生的 BPM 可能不够理想。

[0014] 此外，用以形成分离体 204a 的高剂量离子植入还可有助于暴露区中的材料的溅射。此溅射效应与形成分离体 204a 所需要的总剂量成比例。此溅射效应可产生不平坦的存储层。因为并入有离子植入步骤的 BPM 制造工艺试图省略间隙填充步骤（例如，图 1d），所以暴露区与未暴露区之间的过度的不平坦状态可能非常不理想。

[0015] 因此，需要一种用于制造位元图案化媒体的新方法。

发明内容

[0016] 本发明揭示一种用于制造位元图案化媒体的技术。在一个特定示范性实施例中，所述技术可实现为一种用于制造位元图案化媒体的方法。所述方法可包括：形成中间层，所述中间层包括彼此邻近的改质区和第一区，其中所述改质区和所述第一区可具有至少一种不同的性质；在所述中间层的所述第一区上沉积磁性物质以形成有源区；以及在所述中间层的所述改质区上沉积非铁磁物质以形成分离体。

[0017] 根据此特定示范性实施例的其它方面，所述改质区和所述第一区可具有不同的结构。

[0018] 根据此特定示范性实施例的另外方面，所述第一区可包括一种或一种以上具优选取向的晶体，且所述改质区可为非晶态的。

[0019] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述第一区可为非晶态的，且所述改质区可包括一种或一种以上的晶体。

[0020] 根据此特定示范性实施例的其它方面，所述第一区具有多种具一致取向的晶体，且所述改质区为非晶态的。

[0021] 根据此特定示范性实施例的另外方面，所述中间层可具有 Mg、Ta 和 Ti 中的至少一者。

[0022] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述分离体可包括 SiO_2。

[0023] 根据此特定示范性实施例的另外方面，所述改质区可具有至少一种在所述第一区中不存在的物质。

[0024] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述改质区和所述分离体可具有至少一种共同的物质。

[0025] 根据此特定示范性实施例的其它方面，所述至少一种共同的物质可为 Si。

[0026] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述方法可进一步包括在形成所述有源区和所述分离体之前蚀刻所述中间层的表面。

[0027] 根据此特定示范性实施例的另外方面，可通过离子植入来形成所述中间层的所述改质区。

[0028] 根据此特定示范性实施例的额外方面，可以 15keV 或更小的能量来执行所述离子植入。

[0029] 根据另一示范性实施例，所述技术可实现为一种用于制造位元图案化媒体的方法。所述方法可包括：形成中间层，所述中间层包括彼此邻近的改质区和第一区，其中所述改质区和所述第一区具有至少一种不同性质；在所述中间层的所述第一区上沉积磁性物质以形成有源区；以及在所述中间层的所述改质区上沉积非铁磁物质以形成分离体，其中同时形成所述有源区和所述分离体。

[0030] 根据此特定示范性实施例的其它方面，所述第一区包括一种或一种以上的晶体，且所述改质区为非晶态的。

[0031] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述第一区包括一种或一种以上具优选取向的晶体，且所述改质区为非晶态的。

[0032] 根据此特定示范性实施例的另外方面，可通过离子植入来形成所述改质区。

[0033] 根据此特定示范性实施例的额外方面，可以 15keV 或更小的能量来执行所述离子

植入。

[0034] 根据此特定示范性实施例的另外方面，所述改质区和所述分离体可含有 Si。

[0035] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述方法可进一步包括在形成所述有源区和所述分离体之前蚀刻所述中间层的表面。

[0036] 根据此特定示范性实施例的其它方面，所述第一区具有多种具一致取向的晶体，且所述改质区为非晶态的。

[0037] 根据另一示范性实施例，所述技术可用一种数据存储媒体来实行。所述媒体可包括：中间层，其具有改质区和多个第一区，其中所述改质区和所述第一区具有至少一种不同的性质；有源区，其形成于所述中间层的所述第一区上，所述有源区含有磁性材料；以及分离体，其形成于所述改质区上，所述分离体含有非铁磁材料。

[0038] 根据此特定示范性实施例的另外方面，所述中间层可包括 Mg、Ta 和 Ti 中的至少一者。

[0039] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述有源区可包括 Co、Ni、Cr 和 Pt 中的至少一者。

[0040] 根据此特定示范性实施例的其它方面，所述分离体可包括 SiO_2。

[0041] 根据此特定示范性实施例的另外方面，所述改质区和所述第一区可具有不同结构。

[0042] 根据此特定示范性实施例的额外方面，所述第一区可包括一种或一种以上的晶体，且所述改质区可为非晶态的。

[0043] 根据此特定示范性实施例的其它方面，所述改质区和所述第一区可具有不同的物质。

[0044] 现将参看如附图所示的本发明的示范性实施例来更详细地描述本发明。尽管下文中参看示范性实施例来描述本发明，但应理解，本发明不限于此。能够获得本文教示的所属领域的技术人员将认识到属于如本文中所描述的本发明的范围内且本发明可相对于其具有显着效用的额外实施方案、修改和实施例以及其它使用领域。

附图说明

[0045] 为了促进更全面理解本发明，现参看附图，在附图中相同元件用相同标号指代。不应将这些附图解释为限制本发明，而是这些附图既定仅为示范性的。

[0046] 图 1a 到图 1f 说明用于制造 BPM 的常规技术。

[0047] 图 2a 到图 2e 说明用于制造 BPM 的另一常规技术。

[0048] 图 3a 和图 3b 说明根据本发明的一个实施例的示范性 BPM。

[0049] 图 4a 到图 4f 说明根据本发明的一个实施例的用于制造 BPM 的示范性技术。

[0050] 图 5a 到图 5f 说明根据本发明的另一实施例的用于制造 BPM 的另一示范性技术。

[0051] 图 6a 到图 6f 说明根据本发明的另一实施例的用于制造 BPM 的另一示范性技术。

具体实施方式

[0052] 为了解决与上述方法相关联的不足之处，介绍用于制造 BPM 的新颖技术。在本发明中，所述技术可包含在中间层上方形成数据存储层，其中已对所述中间层进行选择性处

理。可使用各种工艺来选择性地处理所述中间层。在一个实施例中，可使用粒子或离子植入工艺。在其它实施例中，可使用其它工艺。可使用的其它工艺的实例可包含沉积工艺、气体浸没激光掺杂(gas immersion laser doping,GILD)工艺和激光或其它磁波照射工艺。尽管以上工艺均可使用，但本发明出于清楚和简化的目的而集中于离子植入工艺。然而，所属领域的技术人员应认识到，本发明不限于此。

[0053] 如果使用，则用于离子植入工艺的系统可为射束线离子植入系统；等离子体辅助型掺杂(plasma assisted doping,PLAD)或等离子体浸没离子植入(plasma immersionion implantation,PIII)系统；或任何其它质量分析型或非质量分析型离子植入。另外，还可使用聚焦或非聚焦离子束离子植入系统。离子或粒子可为带电或中性亚原子(sub-atom)、原子或分子离子或粒子。此外，在粒子或离子植入过程期间所使用的粒子的类型或物质不局限于下文所描述的那些类型或物质。

[0054] 除了离子植入过程之外，所述技术还可包含一个或一个以上用于蚀刻或沉积材料的过程。为了执行所述过程，可使用各种系统。出于方便和清楚的目的，本发明可集中于溅射沉积或蚀刻系统。

[0055] 参看图 3a 和图 3b，显示根据本发明的一实施例的 BPM (或媒体) 300 的侧视图和平面图。所述图未必按比例绘制。如图 3a 所说明，媒体 300 可尤其包括基底层 302、数据存储层 304 和保护层 308。如图所示，数据存储层 304 可安置于基底层 302 上方。此处，基底层 302 可为支撑数据存储层 304 的一个或一个以上的层。在一实施例中，基底层 302 可包含软底层(未图示)。

[0056] 在本实施例中，数据存储层 304 可包括多个有源区 304b，其每一者可存储单个数据位元。如图 3b 所示，每一有源区 304b 通过分离体 304a 而彼此隔离。在本发明中，数据存储层 304 可为单个连续的分离体 304a 或多个非连续的分离体片段 304a，其包围每一有源区 304b 并将每一有源区 304b 磁性地予以去耦合。

[0057] BPM 300 还可包含中间层 303。出于清楚和简化的目的，本发明描述的中间层 303 已与基底层 302 分离。然而，所属领域的技术人员将认识到，中间层 303 可为基底层 302 的一部分或形成基底层 302 的一个层。

[0058] 本实施例的中间层 303 可任选地含有改质区(modified region)303a。如果中间层 303 含有改质区 303a，那么出于清楚和简化的目的，在改质区 303a 外部的区可为第一区 303b。在本实施例中，分离体 304a 可安置于改质区 303a 上，而有源区 304b 可安置于第一区 303b 上。在另一实施例中，分离体 304a 可安置于第一区 303b 上，而有源区 304b 可安置于改质区 303a 上。

[0059] 如果包含改质区 303a，则改质区 303a 可具有至少一种不同于第一区 303b 的性质。在一个实施例中，改质区 303a 和第一区 303b 可具有不同的结构和 / 或晶体取向。举例来说，改质区 303a 和第一区 303b 中的一者可具有多种晶体，而改质区 303a 和第一区 303 中的另一者可为非晶态的。在另一实例中，改质区 303a 和第一区 303b 中的一者可具有具优选取向的晶体或晶种，其可充当用于有源区 304b 的外延 (epitaxial) 生长的模板 (template)。同时，改质区 303a 和第一区 303b 中的另一者可为非晶态的或实质上未具优选取向的晶体。在本发明中，优选取向可为实现或促进有源区 304b 的外延形成的一个或一个以上的取向。如此，未具优选取向的晶体的区可为非晶态的或可具有不充当用于有源区 304b 的外延生

长的模板的晶体。在一些实施例中，具优选取向的晶体可具有与有源区 304b 中的晶体的取向相同的取向。在一些其它实施例中，具优选取向的晶体可具有一致的取向。

[0060] 改质区 303a 与第一区 303b 之间的另一差异可为物质 (species) 的差异。举例来说，改质区 303a 可含有第一区 303b 中未含有的一种或一种以上的物质。

[0061] 中间层 303 可优选地包括钛(Ti)、镁(Mg)或钽(Ta)为主的 (based) 材料，其含有至少一种 Ti、Mg 和 Ta 物质。在一个实施例中，中间层 303 可含有 Ti 物质。在另一实施例中，中间层 303 可为含有 Mg 物质的氧化镁(MgO)。所属领域的技术人员将认识到，中间层 303 可含有其它物质。

[0062] 在本实施例中，分离体 304a 可优选地为非铁磁性的，其具有低导磁性和剩磁。非铁磁材料的实例可包含顺磁材料、亚铁磁材料、反铁磁材料和任何其它非铁磁或非磁性材料。优选地，本实施例的分离体 304a 可为至少含有硅(Si)和氧(O)物质的二氧化硅(SiO_2)。在另一实施例中，分离体 304b 可为含有其它物质的其它非铁磁材料。

[0063] 同时，本实施例的有源区 304b 可在一个或一个以上的层中含有一种或一种以上的磁性材料。在本实施例中，有源区 304b 优选地为铁磁材料。有源区 304a 中可含有的物质的实例可为钴(Co)、镍(Ni)、铬(Cr)和铂(Pt)物质中的至少一者。然而，本发明并不排除具有具高导磁性和剩磁的其它磁性或铁磁材料的有源区 304b。

[0064] 当从顶部观看时，有源区 304b 可为实质上圆形的或具有弯曲的边界(图 3b)。优选地，有源区 304b 的直径或横截面厚度(当从顶部观看时)可在约 5nm 到约 10nm 的范围内。同时，分离体 304a 可包围每一有源区 304b 且可具有在约 1nm 到约 4nm 的范围内的横截面厚度(图 3b)。此厚度范围是优选的，因为其可将相邻有源区 304b 磁性地去耦合以防止其中的自旋方向彼此影响。也可使用厚度较小的分离体 304a，前提是其能够充分地将相邻的有源区 304b 去耦合。虽然也可使用厚度较大的分离体 304a，但其可能不是优选的，因为此类分离体 304b 可减小 BPM 300 中的有源区 304b 的密度或数目。

[0065] 在本实施例中，每一有源区 304b 可存储单个数据位元。通过其有源区 304b 和分离体 304a，本实施例的 BPM 300 与其它常规数据存储媒体相比可具有较大数据存储容量。

[0066] 参看图 4a 到图 4f，显示根据本发明的一个实施例的用于制造 BPM 400 的技术。如图 4f 所说明，本实施例的 BPM 400 可尤其包括中间层 403、数据存储层 404 和保护层 406。在数据存储层 404 中，可存在若干有源区 404b，其每一者通过分离体 404a 而彼此隔离。任选地 (optionally)，在中间层 403 中可存在改质区 403a。

[0067] 为了形成图 4f 所显示的 BPM 400，准备中间层 403 (图 4a)，其可为或可不为基底层 402 的一部分。在本实施例中，中间层 403 可包括多种具有优选取向的晶体或晶种。对此中间层 403 进行选择性处理，且使中间层 403 的一部分转化为改质区 403a。

[0068] 可使用各种工艺来实现对中间层 403 的选择性处理。在一实施例中，可使用包含抗蚀剂图案化的微影过程。在此过程中，如图 4a 所示可将抗蚀剂层 408 安置于中间层 403 上。此后，可使用已知的图案化工艺(例如电子束直写式微影术、远紫外线微影术或纳米压印微影术)来对中间层 403 的部分进行图案化并使其暴露(图 4b)。接着，可处理中间层 403 的暴露部分以形成改质区 403a。在其它实施例中，可在不使用微影过程的情况下实现对中间层 403 的选择性处理。在一实例中，可使用掩模来选择性处理中间层 403 的部分。在另一实例中，可使用能够选择性处理中间层 403 的部分的系统来形成具有所要形状和尺寸的

改质区 403a。

[0069] 在本实施例中，改质区 403a 可具有至少一种不同于第一区 403b 或中间层 403 的未暴露的部分的性质。在本实施例中，改质区 403a 可为非晶态的或实质上未具优选取向的晶体。此结构可不同于含有具优选取向的晶体的第一区 403b 的结构。

[0070] 可在本实施例中执行离子植入工艺来形成改质区 403a。在其它实施例中，可使用其它工艺。在此过程中，可将离子或粒子 422 引入到中间层 403 的暴露部分中以使暴露区中的晶体非晶化或以其它方式来更改晶体的取向(图 4c)。如此，可形成改质区 403a。在第一区 403b 中，可维持具优选取向的晶体。

[0071] 可用以形成改质区 403a 的离子或粒子 422 可包含带电的或中性的亚原子、原子或分子粒子或离子。所选择的离子或粒子的物质可优选地包含氢(H)、氮(N)、氦(He)、氖(Ne)、氩(Ar)和氪(Kr)。在本实施例中，优选不容易与中间层 303 中的物质反应的一种或一种以上的惰性物质。然而，本发明并不排除使用一种或一种以上的反应性物质。

[0072] 用以形成改质区 403a 的离子能量可优选地为低能量，约 15KeV 或更少。此低能量植入是优选的，因为所述能量可允许植入离子或粒子 422 的浓度在改质区 403a 的表面附近达到最大。此外，在此低能量离子植入步骤期间将不太可能破坏抗蚀剂 408 或使其降级。然而，本发明并不排除其它能量。

[0073] 如果使用微影过程，则可在形成改质区 403a 之后移除抗蚀剂 408 (图 4d)。优选的是，对中间层 403 进行彻底清洗以移除抗蚀剂 408 的所有迹线 (traces)。在一些实施例中，可甚至移除中间层 403 的少量原子层。此任选的清洗工艺的实例可包含蚀刻(例如，原子层蚀刻)和溅射清洗工艺。然而，还可使用其它清洗或蚀刻工艺。如图 4d 所示，所得的结构可包含一含有改质区 403a 和第一区 403b 的中间层 402。

[0074] 在含有改质区 403a 的中间层 403 上，可形成包括分离体 404a 和有源区 404b 的数据存储层 404。在本实施例中，可在改质区 403a 上形成非铁磁分离体 403a (例如，SiO_2 分离体 404a)。同时，可在第一区 403b 上形成磁性有源区 404b (优选地，铁磁有源区 404b)。在本实施例中，可同时形成分离体 404a 和有源区 404b。在其它实施例中，可在单独步骤中一个接一个地形成分离体 404a 和有源区 404b。

[0075] 在本实施例中，可在中间层 403 附近同时引入可最终形成有源区 404b 和分离体 404a 的物质。举例来说，可引入 Si 和 O 以及 Co、Ni、Cr 和 Pt 中的至少一者来形成含有 Co、Ni、Cr 和 Pt 中的至少一者的 SiO_2 分离体 504a 和有源区 504b。第一区 403b 中具有优选取向的晶体可充当模板，且有源区 404b 可优先地且异质外延地 (hetero-epitaxially) 形成于第一区 403b 上方。同时，具有非晶结构或实质上未具优选取向的晶体的改质区 404a 还可充当用于分离体 404a 的模板，且分离体 404a 可形成于改质区 403a 上方。在一实施例中，改质区 404a 可为非晶态的，且非晶 SiO_2 分离体 404a 可形成于改质区 403a 上。在本实施例中，可使用溅射沉积工艺来形成分离体 404a 和有源区 404b。在其它实施例中，可使用其它类型的沉积工艺。因而，可形成包括位于改质区 403a 上方的分离体 404a 和位于第一区 403a 上方的有源区的数据存储层 404。

[0076] 在形成数据存储层 404 之后，如图 4f 所说明，可沉积保护层 406 (例如，DLC 盖层 (cap)406)。

[0077] 在一些实施例中，可执行任选的后处理工艺。任选的后处理工艺的实例可包含退

火工艺。如果执行，则可在形成分离体 404a 之后执行此任选的工艺。

[0078] 参看图 5a 到图 5f，显示根据本发明的另一实施例的用于制造 BPM 500 的另一示范性技术。如图 5f 所说明，本实施例的 BPM 500 可尤其包括中间层 503、数据存储层 504 和保护层 506。在数据存储层 504 中，可存在多个有源区 504b，其每一者通过分离体 504a 而彼此隔离。在中间层 503 中，可存在改质区 503a 和多个第一区 503b。

[0079] 为了形成图 5f 所显示的 BPM 500，准备中间层 503（图 5a），其可为或可不为基底层 502 的一部分。在本实施例中，中间层 503 可包括多种具有优选取向的晶体或晶种。对此中间层 503 进行选择性处理，且使中间层 503 的一部分转化为改质区 503a。

[0080] 可使用各种工艺来实现对中间层 503 的选择性处理。在一实施例中，可使用包含抗蚀剂图案化的微影过程。在此过程中，如图 5a 所示，可将抗蚀剂层 508 安置于中间层 503 上。此后，可使用已知的图案化工艺（例如电子束直写式微影术、远紫外线微影术或纳米压印微影术）来对中间层 503 的一部分进行图案化并使其暴露（图 5b）。接着，可处理中间层 503 的暴露部分以形成改质区 503a。在其它实施例中，可在不使用微影过程的情况下实现对中间层 503 的选择性处理。在一实例中，可使用掩模来选择性处理中间层 503 的一部分。在另一实例中，可使用能够选择性处理中间层 503 的一部分的系统来形成具有所要形状和尺寸的改质区 503a。

[0081] 在本发明中，改质区 503a 可具有至少一种不同于第一区 503b 或中间层 403 的未经处理的部分的性质。在本实施例中，改质区 503a 可含有一种或一种以上的额外物质。如果需要，改质区 503a 也可具有不同的结构 / 晶体取向。举例来说，改质区 503a 可为非晶态的或实质上未具优选取向的晶体。

[0082] 可在本实施例中使用离子植入工艺来引入额外物质，且 / 或更改中间层 503 的暴露区中的结构 / 晶体取向，以形成改质区 503a。在其它实施例中，可使用其它工艺。其它工艺的实例可包含 GILD 工艺、扩散工艺或任何其它物质的引入工艺。出于清楚和简化的目的，本实施例集中于执行离子植入工艺。然而，所属领域的技术人员应认识到，本发明不限于此。

[0083] 在离子植入过程中，可用以提供额外的物质且 / 或更改结构 / 晶体取向的离子或粒子 522 可包含带电的或中性的亚原子、原子或分子粒子或离子。所选择的离子或粒子的物质可优选地包含分离体 504b 中可含有的一个或一个以上物质。举例来说，如果形成 SiO_2 分离体 504a，则引入以形成改质区 503b 的物质可包含硅（Si）和 / 或氧（O）。所述物质可为优选的，因为所述物质可增强 SiO_2 分离体 503a 的形成。如果将形成不同于 SiO_2 分离体的分离体，则可引入其它物质。

[0084] 如果需要的话，还可在分离体 504b 中可含有的物质被引入之前、期间或之后引入其它物质。所述其它物质可包含 H、N、He、Ne、Ar、Kr 或可更改中间层 503 的暴露部分中的结构 / 晶体取向的任何其它物质。

[0085] 用以形成改质区 403a 的离子能量可优选地为低能量，约 15KeV 或更少。此低能量是有利的，因为所述能量可允许植入的离子或粒子 522 的浓度在改质区 503a 的表面附近达到最大。此外，在此低能量离子植入步骤期间将不太可能破坏抗蚀剂 408 或使其降级。然而，本发明并不排除其它离子植入能量。

[0086] 如果使用微影过程来选择性地形成改质区 403a，则可在形成改质区 503a 之后移

除抗蚀剂 508（图 5d）。优选的是，进行彻底清洗以移除抗蚀剂 508 的所有迹线。在一些实施例中，可甚至移除中间层 503 的少量原子层。此任选的清洗工艺的实例可包含蚀刻工艺（例如，原子层蚀刻）和溅射清洗工艺。然而，还可使用其它清洗或蚀刻工艺。如图 5d 所示，所得的结构可包含基底 502 以及含有改质区 503a 和第一区 503b 的中间层 503。

[0087] 在含有改质区 503a 的中间层 503 上，可形成包括分离体 504a 和有源区 504b 的数据存储层 504。在本实施例中，可在改质区 503a 上形成非铁磁分离体 504a（例如，SiO_2 分离体 504a）。同时，可在第一区 503b 上形成磁性有源区 504b，其优选为铁磁有源区 504b。在本实施例中，可同时形成分离体 504a 和有源区 504b。在其它实施例中，可在单独步骤中一个接一个地形成分离体 504a 和有源区 504b。

[0088] 在本实施例中，可在中间层 503 附近同时引入最终形成分离体 504a 和有源区 504b 的物质。举例来说，可引入 Si 和 O 以及 Co、Ni、Cr 和 Pt 中的至少一者来形成含有 Co、Ni、Cr 和 Pt 中的至少一者的 SiO_2 分离体 504a 和有源区 504b。硅和氧可优先地沉积于含有 Si 和 / 或 O 的改质区 503a 上方，且可发生 SiO_2 分离体 504a 的形成。如果改质区 503a 也为非晶态的或实质上未具优选取向的晶体，则所述结构也可促进在改质区 503a 上形成非晶 SiO_2 分离体 504a。改质区 503a 将不太可能充当用于形成有源区 504b 的模板。如此，有源区 504b 将不太可能形成于改质区 503a 上。有源区 504b 将改为有可能异质外延地形成于第一区 503b 上，其含有具优选取向的晶体。

[0089] 在本实施例中，可使用例如溅射沉积工艺等沉积工艺来形成分离体 504a 和有源区 504b。在其它实施例中，可使用其它沉积工艺。因而，可形成包括位于改质区 503a 上方的分离体 504a 和位于第一区 503a 上方的有源区的数据存储层 504。在形成数据存储层 504 之后，如图 5f 所说明，可沉积保护层 506（例如，DLC 盖层 506）。

[0090] 在一些实施例中，可执行任选的后处理工艺。任选的后处理工艺的实例可包含退火工艺。如果执行，则可在形成分离体 504a 之后执行此任选工艺。

[0091] 参看图 6a 到图 6f，显示根据本发明的另一实施例的用于制造 BPM600 的技术。如图 6f 所说明，本实施例的 BPM 600 可包括中间层 603、数据存储层 604 和保护层 606。在数据存储层 604 中，可存在多个有源区 604b，其每一者通过分离体 604a 而彼此隔离。在中间层 603 中，可存在多个改质区 603a。

[0092] 为了形成图 6f 所显示的 BPM 600，准备中间层 603（图 6a），其可为或可不为基底层 602 的一部分。不同于先前实施例，本实施例的中间层 603 可为非晶态的或实质上未具优选取向的晶体。如此，中间层 603 可不充当用于有源区 604b 的后续的外延形成的模板。对此中间层 603 进行选择性处理，且使中间层 603 的一部分转化为多个改质区 603a。

[0093] 可使用各种工艺来实现对中间层 603 的选择性处理。在一实施例中，可使用包含抗蚀剂图案化的微影过程。在此过程中，如图 6a 所示，可将抗蚀剂层 608 安置于中间层 603 上。此后，可使用已知的图案化工艺（例如，电子束直写式微影术、远紫外线微影术或纳米压印微影术）来对中间层 603 的一部分进行图案化并使其暴露（图 6b）。接着，可处理中间层 603 的暴露部分以形成改质区 603a。在其它实施例中，可在不使用微影过程的情况下实现对中间层 603 的选择性处理。在一个实例中，可使用掩模来选择性处理中间层 603 的一部分。在另一实例中，可使用能够选择性处理中间层 603 的一部分的系统来形成具有所要形状和尺寸的改质区 603a。

[0094] 在本发明中，改质区 603a 可具有至少一种不同于第一区 603b 或中间层 603 的未暴露的部分的性质。举例来说，改质区 603a 可具有具优选取向的晶体，而第一区 603b 可为非晶态的或实质上未具优选取向的晶体。

[0095] 为了形成改质区 603a，可执行各种工艺。在一个实施例中，可将呈闪光灯的脉冲激光的形式的能量 622 引入到中间层 603 的暴露部分中（图 6c）。在其它实施例中，可经由其它形式 / 构件（包含声子 (phonons)、离子和其它粒子）来引入能量 622。在引入后，能量 622 即刻可通过更改中间层 603 的暴露区中的材料的结构来形成改质区 603a。举例来说，能量 622 可使中间层的暴露部分中的材料从非晶态转变为具优选取向的晶体。此转变可在熔化或不熔化的情况下发生。如果需要的话，还可使用早先的实施例中所描述的一种工艺来将额外的物质引入到改质区 603a 中。举例来说，可引入 H、N、He、Ne、Ar、Kr、Co、Cr、Ni 和 Pt 中的一者。可在能量 622 引入步骤期间或之前或之后引入所述物质。

[0096] 如果使用微影过程来选择性地形成改质区 603a，则可在形成改质区 603a 之后移除抗蚀剂 608（图 6d）。优选的是，进行彻底清洗以移除抗蚀剂 608 的所有迹线。在一些实施例中，可甚至移除中间层 603 的少量原子层。此任选清洗的工艺的实例可包含蚀刻工艺（例如，原子层蚀刻）和溅射清洗工艺。然而，还可使用其它清洗或蚀刻工艺。如图 6d 所示，所得的结构可包含含有改质区 603a 和第一区 603b 的中间层 603。

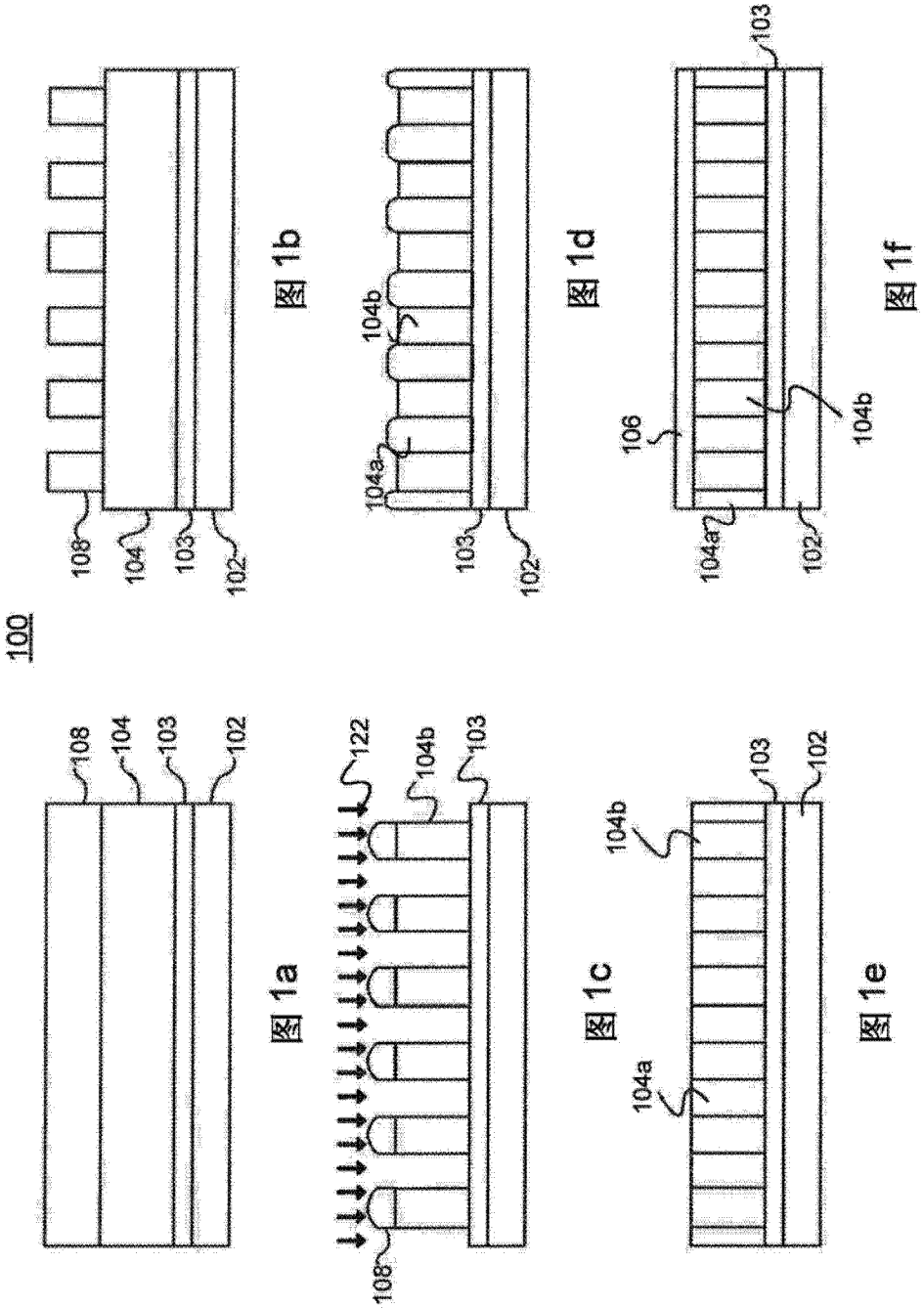
[0097] 在含有改质区 603a 的中间层 603 上，可形成包括分离体 604a 和有源区 604b 的数据存储层 604。不同于先前实施例，可在改质区 603a 上形成有源区 604b。同时，可在第一区 603b 上形成分离体 604a。然而，借以形成有源区 604b 和借以形成分离体 604a 的工艺中的每一者可类似于早先的实施例中所描述的那些工艺。如此，将省略对形成工艺的详细描述。

[0098] 在形成数据存储层 604 之后，如图 6f 所说明，可沉积保护层 606（例如，DLC 盖层 606）。在本实施例中，可用以形成分离体 604a 和有源区 604b 的工艺可包含溅射沉积工艺。

[0099] 如果优选的话，可执行任选的后处理工艺。在此任选工艺中，可对第一区 603a 进行退火且使其转化为多晶或单晶结构中的一者。如果包含任选的后处理工艺，则可在沉积分离体 604a 之后执行所述工艺。

[0100] 本发明揭示了用于制造 BPM 的新颖技术。在若干实施例中，对位于数据存储层下方的层进行处理。另外，在形成数据存储层之前处理所述层。所述实施例提供优于用于制造 BPM 的常规技术的若干优点。不同于常规技术，在形成数据存储层之后可能没有必要进行平坦化。另外，可能需要较低的离子植入剂量和较低的能量。由于所述优点，本发明的技术可具有较高的处理量和较低的成本。

[0101] 本发明的范围不应受本文中所描述的具体实施例限制。实际上，除了本文中所描述的实施例之外，所属领域的技术人员将从前述描述和附图中容易明白本发明的其它各种实施例和对本发明的修改。因此，所述其它实施例和修改既定属于本发明的范围内。另外，虽然本文中在特定环境中出于特定目的进行特定实施的上下文中描述了本发明，但所属领域的技术人员将认识到，其有效性不限于此且本发明可有利地在任何数目的环境中出于任何数目的目的来实施。因此，下文中所陈述的权利要求书应鉴于如本文中所描述的本发明的全部宽度和精神来理解。


100
108
104
103
102
图 1a
108
104
103
102
图 1b
122
104b
103
108
图 1c
104b
103
102
104a
图 1d
104b
103
102
图 1e
103
106
104b
104a
102
图 1f

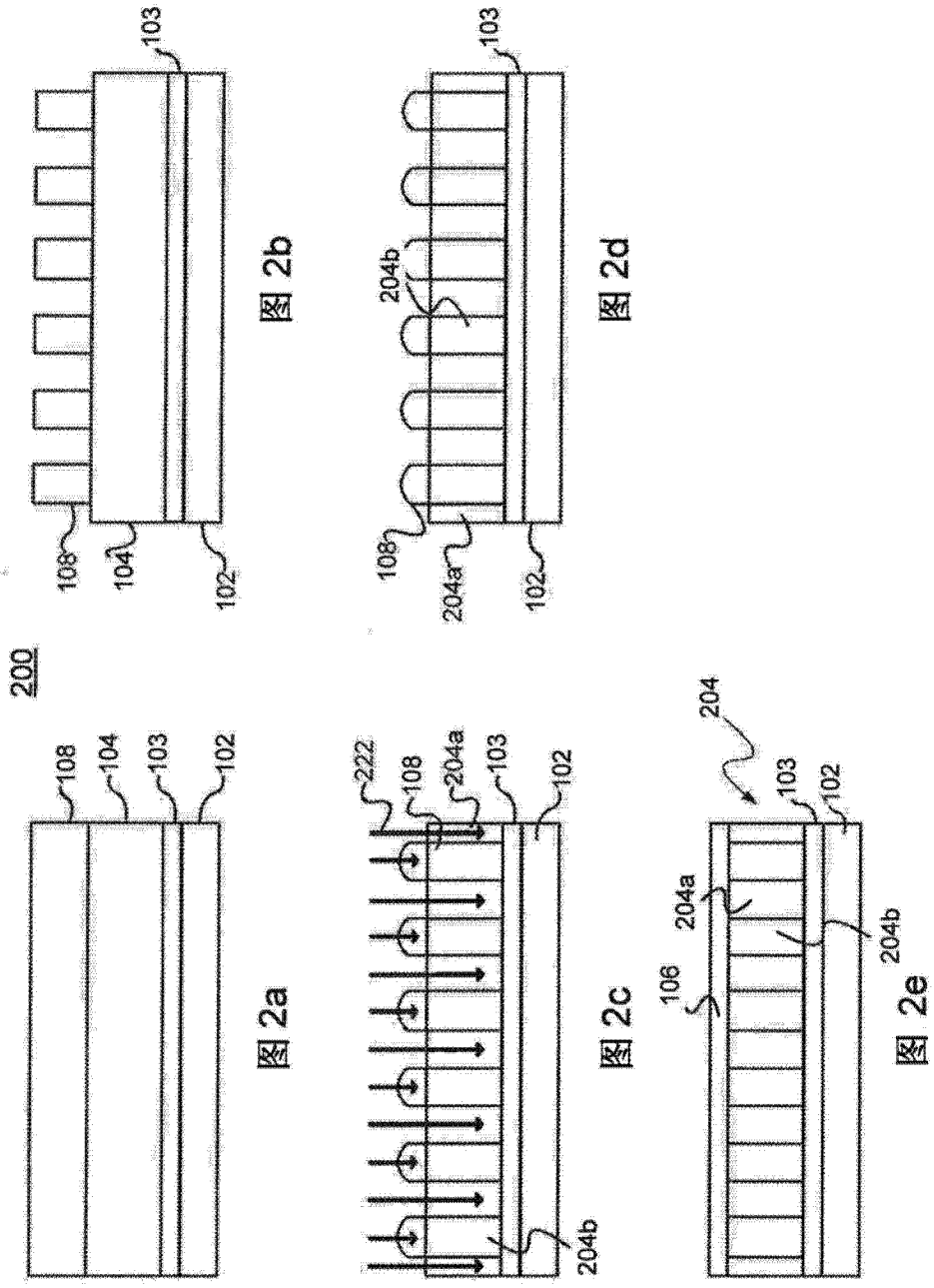


图 2a 图 2b 图 2c 图 2d 图 2e

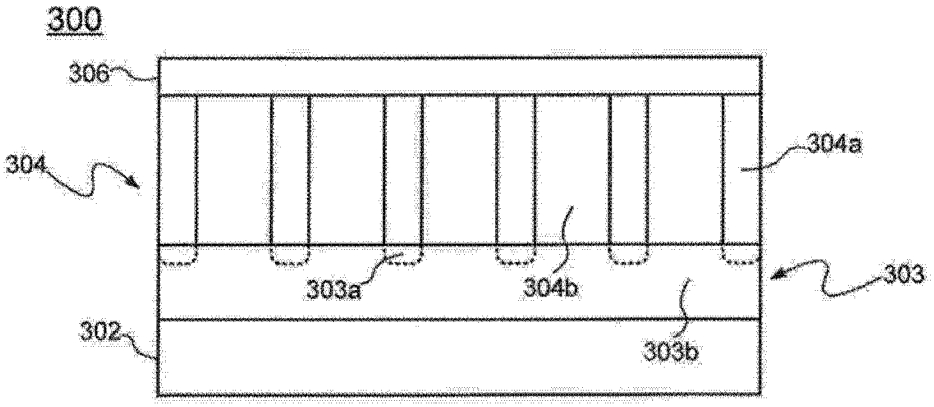


图 3a

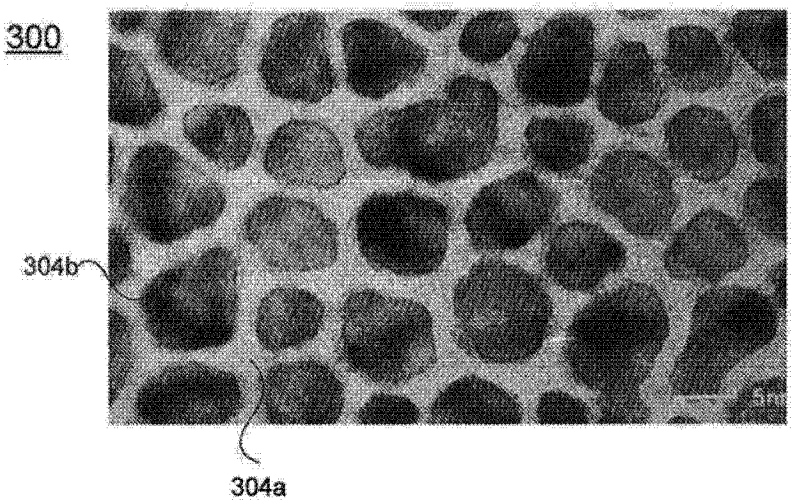
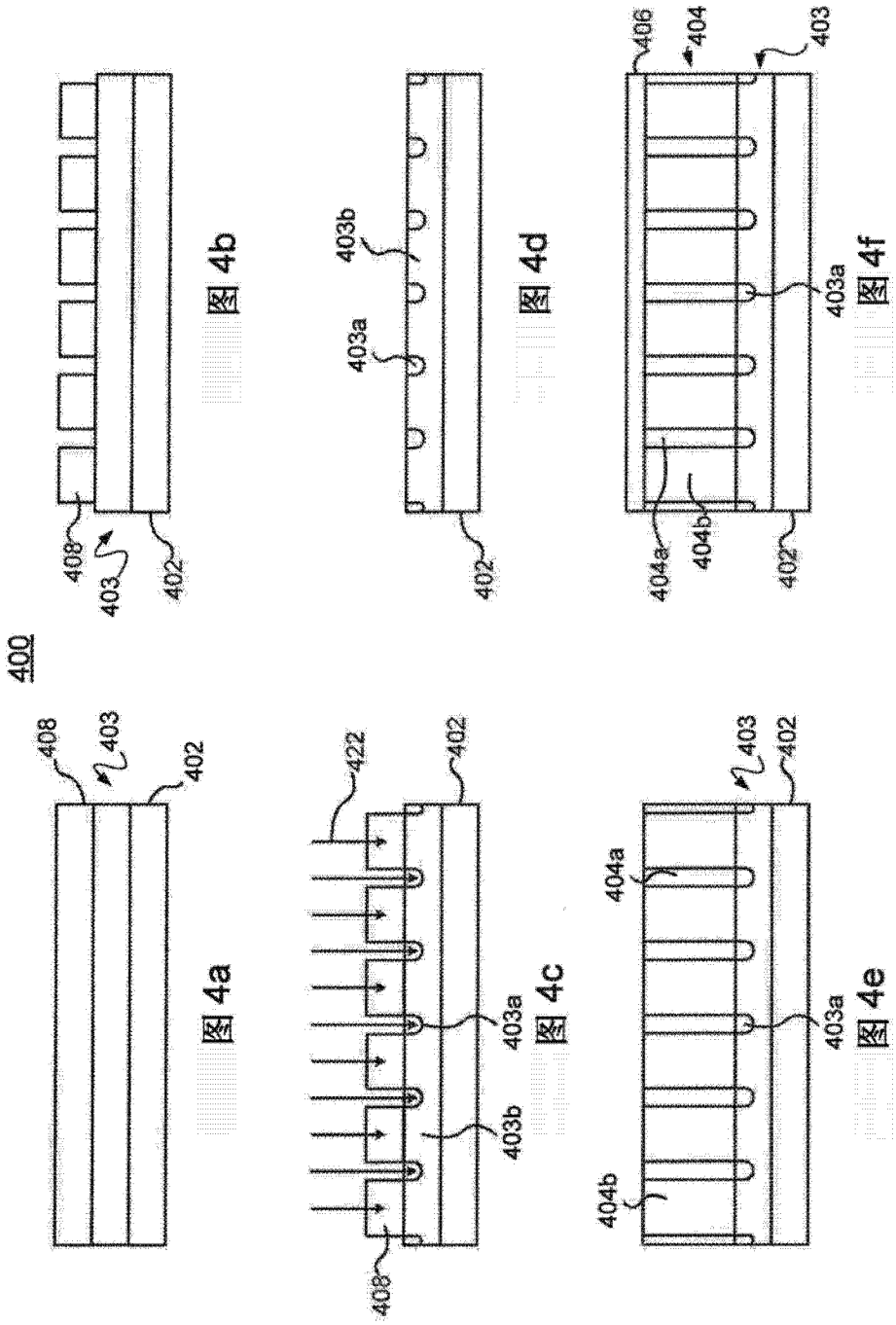
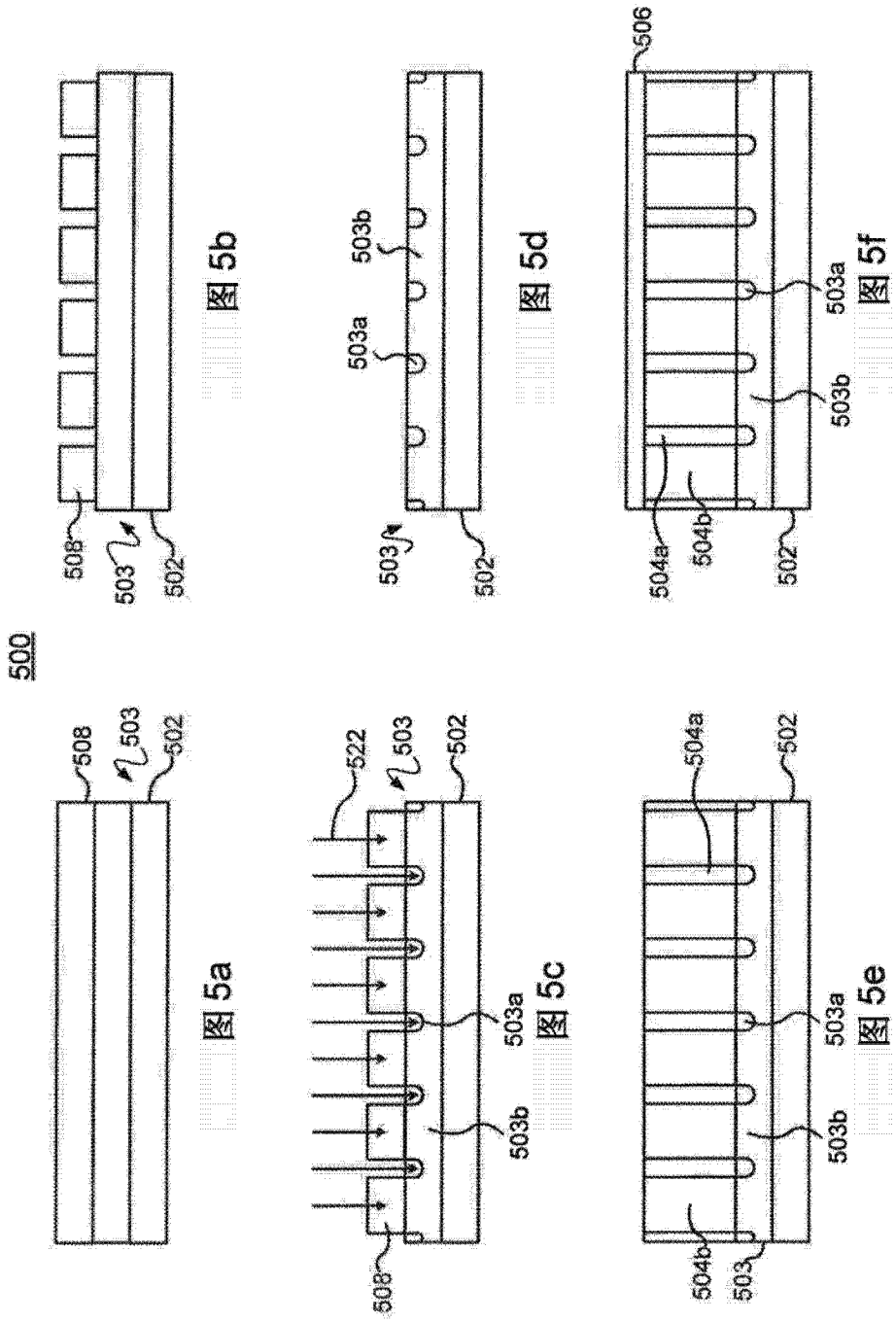
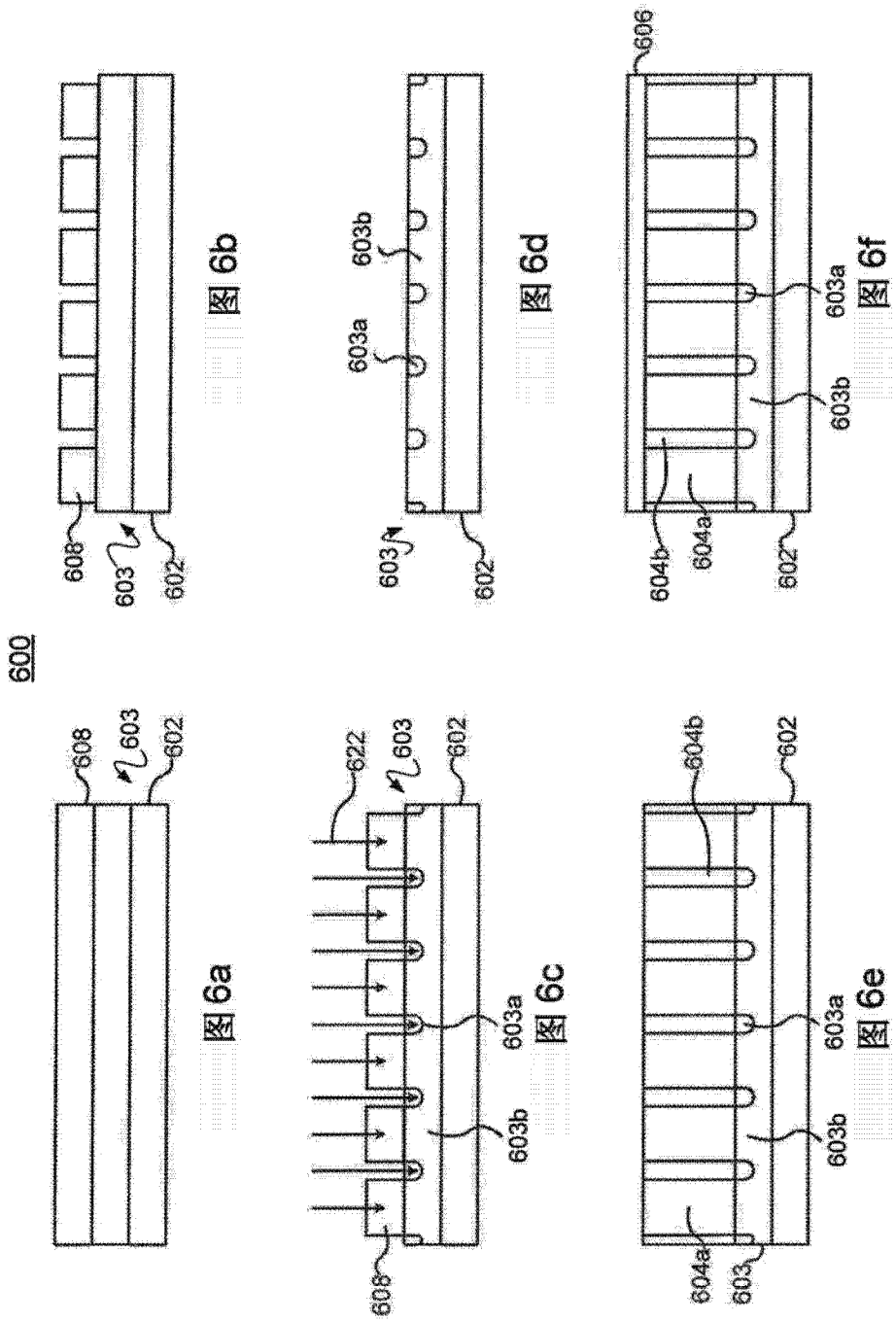


图 3b


400
408
403
402
图 4a
408
403
402
图 4b
422
402
403a
403b
408
图 4c
403b
403a
402
图 4d
404a
404b
403
402
图 4e
406
404
403
403a
404a
404b
402
图 4f


500
508
503
502
图 5a
508
503
502
图 5b
522
503
502
503a
503b
508
图 5c
503b
503a
502
图 5d
504a
504b
503
502
503a
503b
图 5e
506
504a
504b
502
503a
503b
图 5f


600
608
603
602
图 6a
608
603
602
图 6b
622
603
602
603a
603b
608
图 6c
603b
603a
602
图 6d
604b
602
603a
603b
604a
603
图 6e
606
603a
603b
604b
604a
602
图 6f