



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1900351 B

(45) 授权公告日 2010.06.09

(21) 申请号 200610056851.3 US 6641703 B2, 2003.11.04, 说明书摘要, 图

(22) 申请日 2006.03.09 4.

(30) 优先权数据 审查员 赵义强

11/185,241 2005.07.20 US

(73) 专利权人 亚升技术公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 郭信生

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

G23C 14/34 (2006.01)

G23C 14/56 (2006.01)

G23C 14/54 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开 2004-269939 A, 2004.09.30, 第

【0017】、【0021】、【0022】、【0027】、【0029】段, 图 1-2.

第【0017】、【0021】、【0022】、【0027】、【0029】

段, 图 1-2.

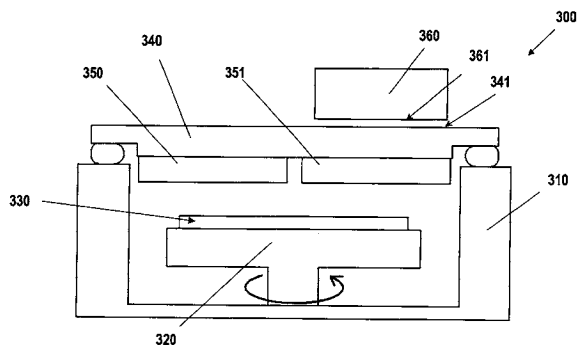
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 11 页

(54) 发明名称

单处理室淀积系统

(57) 摘要

一种淀积系统包括处理室、在处理室中用于保持工件的工件支架、包含第一材料的第一靶、包含第二材料的第二靶、单个磁体组件以及传送机构, 该单个磁体组件设置成可以扫过第一靶和第二靶, 以在工件上淀积第一材料和第二材料, 该传送机构可以在磁体组件与第一靶或第二靶之间引起相对移动。



1. 一种淀积系统,包括:
 - 一个处理室;
 - 一个工件支架,在所述处理室内,配置成保持一个工件;
 - 一个包含第一材料的第一靶,设置在所述处理室内;
 - 一个包含第二材料的第二靶,设置在所述处理室内;
 - 单个磁体组件,设置在所述第一靶和所述第二靶的附近,配置成扫过所述第一靶和所述第二靶,以在所述工件上淀积所述第一材料和所述第二材料;
 - 传送机构,可操作地与所述磁体组件连接,配置成将所述磁体组件按旋转运动从所述第一靶移动到所述第二靶;以及
 - 旋转驱动机构,可操作地与所述工件支架连接,且配置成使所述工件支架旋转。
2. 根据权利要求1所述的淀积系统,还包括一个真空泵,配置成从所述处理室抽取空气直到压力基本上低于大气压。
3. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中所述第一靶包括第一表面,以及所述磁体组件包括至少第二表面,所述第二表面设置成基本平行于所述第一表面。
4. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中所述传送机构配置成使所述单个磁体组件以周期性移动的方式扫过所述第一靶或所述第二靶。
5. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中所述第一材料与所述第二材料不同。
6. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中所述第一靶和所述第二靶与所述处理室电隔离。
7. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中溅射源配置成保持包含第三材料的一个第三靶。
8. 根据权利要求1所述的淀积系统,还包括一个电路,配置成在所述第一靶与所述工件或至少所述腔室的一部分之间提供偏置电压,以从所述第一靶溅射出所述第一材料,以淀积到所述工件上。
9. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中所述第一靶和所述第二靶彼此电隔离。
10. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中所述第一靶和所述第二靶彼此电连接。
11. 根据权利要求1所述的淀积系统,其中所述第一靶和所述第二靶通过缝隙或屏障而彼此隔开。
12. 根据权利要求1所述的淀积系统,还包括一个阻挡平板,配置成移动到一个可以在覆盖所述第二靶的同时暴露所述第一靶的位置。
13. 根据权利要求1所述的淀积系统,还包括加热机构,配置成将所述工件加热到一个高于周围温度的温度。
14. 根据权利要求1所述的淀积系统,还包括电偏置电路,配置成在所述第一靶与所述腔室的至少一部分或所述工件之间产生偏置电压,以产生直流电流(DC)或交流电流(AC),使从所述第一靶溅射出所述第一材料。
15. 根据权利要求1所述的淀积系统,还包括预真空锁,配置成将所述工件传送到所述处理室中或将所述工件传送到所述处理室之外。
16. 一种用于在处理室中进行物理真空淀积的方法,包括:
 - 在磁体与包括第一材料的第一靶之间产生相对扫描移动;

从所述第一靶溅射出所述第一材料；
在工件上淀积所述第一材料，以在所述工件上方形成第一层；
在所述磁体与包括第二材料的第二靶之间产生相对扫描移动；
从所述第二靶溅射出所述第二材料；以及
在所述第一层上淀积所述第二材料，以在所述工件上的所述第一层上方形成第二层，
其中在形成所述第一层之后且在将所述第二材料淀积在所述第一层上之前，不清洁所述第二靶；

其中所述磁体按旋转运动从所述第一靶移动到所述第二靶；以及
其中旋转驱动机构与保持所述工件的工件支架连接，并且使所述工件支架旋转。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，还包括：

在所述磁体与包括第三材料的第三靶之间产生相对扫描移动；
从所述第三靶溅射出所述第三材料；以及
在所述第二层上淀积所述第三材料，以在所述工件上的所述第二层上方形成第三层，
其中所述第三材料与所述第一材料或所述第二材料相同。

18. 根据权利要求 16 所述的方法，还包括：

从所述处理室抽取空气，以使所述处理室内的气压达到低于 1 毫托。

19. 一种用于在处理室中进行物理真空淀积的方法，包括：

在磁体与包括第一材料的第一靶之间产生相对扫描移动；
从所述第一靶溅射出所述第一材料；
在工件上淀积所述第一材料，以在所述工件上方形成第一层；
在所述磁体与包括第二材料的第二靶之间产生相对扫描移动；
从所述第二靶溅射出所述第二材料；
在所述第一层上淀积所述第二材料，以在所述第一层上方形成第二层，其中在形成所述
第一层之后且在将所述第二材料淀积在所述第一层上之前，不清洁所述第二靶；
在所述磁体与第三靶之间产生相对扫描移动，以从所述第三靶溅射出所述第三材料；
在形成所述第二层之后且在从所述第三靶溅射出所述第三材料之前，至少清洁所述第
三靶，其中所述第一材料、所述第二材料和所述第三材料是三种不同的材料；以及
在所述第二层上淀积所述第三材料，以在所述工件上的所述第二层上方形成第三层，
其中所述磁体按旋转运动在所述第一靶、所述第二靶和所述第三靶之间移动；以及
其中旋转驱动机构与保持所述工件的工件支架连接，并且使所述工件支架旋转。

单处理室淀积系统

技术领域

[0001] 本申请涉及用于在衬底上淀积材料的淀积系统。

背景技术

[0002] 在微制造技术中,物理气相淀积(PVD)是一种普通工艺。参照图 1A 和 1B,淀积系统 100 包括处理室 110、能够保持工件 130 的工件支架(workpiece holder)120、靶 150 和磁控管溅射源 160。靶 150 可以包括要由磁控管溅射源 160 溅射并淀积在工件 130 上的材料。在淀积期间工件支架 120 和工件 130 在处理室 110 中一般是固定的。磁控管源设置在每一个靶的附近。靶由内部包括冷却系统的支承板(backing plate)支撑,该冷却系统可以是在支承板中的冷却水管道或者是将整个磁控管 160 和靶 150 浸在其中的冷却液槽(cooling liquid bath)。在淀积期间,磁控管溅射源 160 保持固定或相对于靶 150 移动。在这种配置中,每次只有一种材料可以被淀积。在淀积期间,磁控管一般覆盖整个靶,以使靶的利用最大化。

[0003] 工件可以是硅晶片。靶材料可以包括金,铜,钽,铝,钛,钛钨,镍,镍钒等。在溅射操作中,首先把包括希望溅射的材料的靶安装在处理室 110 中。对处理室 110 抽吸直到减小的压力。在工件 130 上淀积靶中的一层溅射材料,以在工件上方形成淀积层。

[0004] 微制造器件经常需要将诸如钛钨/金、钛/钛氮/铝、钽氮/钽/铜之类的多层结构淀积在硅晶片的衬底上,而在不同层之间不会暴露到空气中。即使在各种膜层之间空气暴露是允许的,使用淀积系统 110 进行多层淀积也会相当耗时。每一层的淀积需要一系列步骤,包括安装包含用于该层的材料的靶,抽真空,压力调节和压力稳定,溅射淀积以在工件 130 的衬底上形成该层,之后增大压力并进行用于下一个淀积层的靶转换。可以添加清洁步骤,以避免在连续的淀积层之间的污染。对于每一个淀积层重复相同的操作过程(cycle)。总之,淀积系统 100 的多层结构的淀积需要大量的抽真空、压力调节、靶处理和安装以及清洁步骤。该较低的系统生产量限制了淀积系统 100 的应用。

[0005] 在图 2A 和 2B 中所示的另一个淀积系统 200 中,在单处理室 210 中包括多对的靶 250 和 251 以及磁控管溅射源 260 和 261。每一个磁控管源 260 和 261 设置在其相关的靶 250 或 251 的附近。每一个靶 250 和 251 由可以通过冷却系统冷却的支承板支撑,该冷却系统可以包括在支承板内的用于使冷却液流动的管道,或者是可以将靶 250 和 251 以及磁控管溅射源 260 和 261 浸在其中的冷却液槽。在淀积期间,工件 230 和 231 可以通过工件支架 220 移动到淀积区域,并在不破坏真空的情况下接受从靶 250 和 251 溅射出的材料的淀积。在处理室 210 中,工件支架 220 以及工件 230 和 231 一般围绕工件支架 220 的中心旋转。在淀积期间,磁控管溅射源 260 和 261 可以保持固定或相对于靶 250 和 251 移动。通过在不同靶 250 和 251 下方移动工件 260 和 261,可以淀积多种材料。

[0006] 淀积系统 200 由于要容纳多个工件而具有大的占地面积(footprint)以及相关的较高制造成本。因为靶需要足够大以与工件的尺寸相匹配,所以靶材料的成本也较高。在成本及尺寸上的缺陷限制了淀积系统 200 的应用。

发明内容

[0007] 该系统的实现可以包括以下的一种或多种实现。在一个方面,本发明涉及一种淀积系统,该系统包括:

[0008] 处理室;

[0009] 在处理室内的工件支架,配置成保持工件;

[0010] 包含第一材料的第一靶,设置在处理室内;

[0011] 包含第二材料的第二靶,设置在处理室内;

[0012] 单个磁体组件,设置在第一靶和第二靶的附近,配置成扫过第一靶和第二靶,以在工件上淀积第一材料和第二材料;以及

[0013] 传送机构,可操作地与磁体组件连接,配置成在磁体组件与第一靶或第二靶之间引起相对移动。

[0014] 在另一方面,本发明涉及一种用于在处理室中进行物理真空淀积的方法,该方法包括:

[0015] 在磁体与包括第一材料的第一靶之间产生相对扫描移动;

[0016] 从第一靶溅射出第一材料;

[0017] 在工件上淀积第一材料,以在工件上方形成第一层;

[0018] 在磁体与包括第二材料的第二靶之间产生相对扫描移动;

[0019] 从第二靶溅射出第二材料;以及

[0020] 在第一层上淀积第二材料,以在工件上的第一层上方形成第二层,

[0021] 其中在形成第一层之后且在将第二材料淀积在第一层上之前,不清洁第二靶。

[0022] 在又一方面,本发明涉及一种用于在处理室中进行物理真空淀积的方法,该方法包括:

[0023] 在磁体与包括第一材料的第一靶之间产生相对扫描移动;

[0024] 从第一靶溅射出第一材料;

[0025] 在工件上淀积第一材料,以在工件上方形成第一层;

[0026] 在磁体与包括第二材料的第二靶之间产生相对扫描移动;

[0027] 从第二靶溅射出第二材料;

[0028] 在第一层上淀积第二材料,以在第一层上方形成第二层,其中在形成第一层之后且在将第二材料淀积在第一层上之前,不清洁第二靶;

[0029] 在磁体与第三靶之间产生相对扫描移动,以从第三靶溅射出第三材料;

[0030] 在形成第二层之后且在从第三靶溅射出第三材料之前,至少清洁第三靶,其中第一材料、第二材料和第三材料是三种不同的材料;以及

[0031] 在第二层上淀积第三材料,以在工件上的第二层上方形成第三层。

[0032] 实施例可以包括下列优点中的一个或多个。该公开的淀积系统包括包含多种溅射材料的溅射源。磁控管系统可以扫描溅射源中的每一种溅射材料,使得可以淀积不同材料以形成多层结构,而不会破坏真空以及不用在连续层的淀积之间进行相关的抽真空和压力调节。作为结果,在无需多腔室淀积系统的情况下,大大提高了淀积系统的生产量和使用效率。

[0033] 该公开的淀积系统的另一个优势是它的灵活性、紧凑性和低成本。该公开的淀积系统包括可以提供多层淀积的单处理室。该公开的淀积系统比现有技术的单个腔室淀积系统提供更大的淀积多层的能力,以及比现有技术的多腔室淀积系统更小的占地面积和更低的成本。

[0034] 该公开的淀积系统的又一个优点是它减少了在真空淀积中的污染。在淀积多层的整个过程中,工件可以保持在真空中,而在靶转换期间不会暴露到周围环境中并且不会有污染。

[0035] 在附图和以下的描述中,阐明了一个或多个实施例的细节。从该描述和附图以及从权利要求,本发明的其它特征、目的和优点将变得显而易见。

附图说明

[0036] 图 1A 为现有技术的淀积系统的横截面图。

[0037] 图 1B 为图 1A 中现有技术的淀积系统的透视图。

[0038] 图 2A 为另一个现有技术的淀积系统的横截面图。

[0039] 图 2B 为图 2A 中现有技术的淀积系统的透视图。

[0040] 图 3 为根据本发明的单个腔室淀积系统的横截面图。

[0041] 图 4 为图 3 的单个腔室淀积系统的透视图。

[0042] 图 5 表示根据本发明的一个实施例的包括多个靶的靶系统的底视图。

[0043] 图 6 表示根据本发明的另一个实施例的包括多个靶的靶系统的底视图。

[0044] 图 7 说明图 6 的靶系统的横截面图。

[0045] 图 8 是用于根据本发明的一个实施例在工件上淀积多层结构的流程图。

[0046] 图 9 是用于根据本发明的另一个实施例在工件上淀积多层结构的流程图。

具体实施方式

[0047] 本发明通过提供紧凑的单个腔室淀积系统,致力于现有技术的系统的以上缺陷,该淀积系统能够在衬底上淀积多层结构,同时去除或减少了抽真空的次数。如图 3 和 4 所示,淀积系统 300 包括单处理室 310、可以保持工件 330 的工件支架 320、支承板 340、多个靶 350 和 351、以及磁体 360。工件 330 可以包括硅晶片、玻璃衬底、光盘等等。淀积系统 300 也包括真空泵,其可以从处理室中抽取空气直到气压基本低于大气压。淀积系统 300 可以包括两个、三个、四个、五个、六个或更多靶,这对于包括不同材料的多层淀积是很灵活的。

[0048] 与包括多个磁控管源且每一个磁控管源与一个靶相关的现有技术的系统(例如,淀积系统 200)形成对比,淀积系统 300 包括一个可以由两个或更多靶 350 和 351 共享的磁控管 360。旋转机构可以将磁体 360 从一个靶 350 移至另一个靶 351。在淀积工艺期间,同时溅射一个靶。

[0049] 靶 350, 351 包括要由磁控管 360 溅射并淀积在工件 330 上的材料。淀积系统 300 可以包括两个、三个或更多靶,每一个靶包含相同或不同的靶材料。典型的溅射材料可以包括铜,钽,钛,金,银,铝,锡,铬,钨,钨,钨,钨,镍等。溅射材料也可以包括化合物或合金材料,诸如钛钨、氮化钛(TiNx)、氮化铝(AlNx)、氧化铝(AlOx)、氧化钨(HfOx)、氧化钛(TiOx)、氮化钽(TaNx)、镍钒(NiV)、氧化铟锡(ITO)以及其它固体材料。靶 350, 351 一般以平板形状形

成,包括前表面和背表面,其中从前表面溅射出材料。靶 350,351 的前表面可以是基本平坦的、成一定形状的(尤其在溅射过一段时间后)或者甚至是倾斜的。

[0050] 磁体 360 容纳在通常称为磁控管的磁性组件中。磁体 360 与磁控管旋转机构连接,该机构可以使磁体 360 在多个靶 350 和 351 中的每一个靶上方旋转。该磁性组件包括与支承板 340 的背表面 341 相邻并且基本平行的表面 361。表面 361 可以是基本平坦的。靶 350,351 可以以基本平行于表面 361 的平板形状形成。磁性组件 360 的表面 361 的宽度比靶 350 和 351 的对应尺寸窄(例如,沿如图 4 中所示的方位角方向),使得磁性组件 360 可以扫过(scan across)靶 350 和 351 的区域。该扫描运动可以是以摆动、周期性扫动(sweeping)、周期性平移、周期性旋转以及其它类型的周期性移动的形式。磁控管旋转机构可以沿径向、方位角方向或者任何其它方向或预先设计的二维路径,扫过靶 350 和 351 中每一个靶的背表面。设计扫描运动和路径以使靶材料能从靶 350 和 351 均匀地溅射出,并因而增加靶的寿命,以及使靶之间的交叉污染最小化。

[0051] 设计磁体 360 的扫描运动和路径,以确保衬底上方的靶材料均匀淀积在工件 330 上。在一个实施例中,磁体 360 的扫描运动和移动路径可以相对于工件 330 的旋转进行编程,以优化从靶上到衬底上的材料溅射速率均匀性和在工件 330 上方的淀积分布。例如,扫描速度可以由相对于工件旋转角速度的磁体移动的方向而定。如,它们可以沿相同或相反的方向,相互之间偏离或垂直等。磁体 360 的扫描运动的频率可以选择为与工件的旋转频率相当或不相当,以最小化在工件衬底上方的淀积速率或厚度的周期性波动。为了相同的理由,磁体 360 的扫描运动的周期性移动的相位也可以相对于工件旋转的相位而调整。磁体 360 的扫描运动也可以包括沿单处理室 310 的径向的速度分量。

[0052] 工件可以是圆盘状的硅晶片,其直径可以是 150mm,200mm,300mm,450mm 等。工件也可以由诸如锗、砷化镓以及金属、玻璃或陶瓷衬底之类的其它半导体材料制成。淀积系统 300 可以应用于半导体集成电路、平板显示、微流控器件、微电子机械加工(MEMS)部件、医学器件和光电器件。

[0053] 工件支架 320 可以安装在与工件旋转驱动机构连接的围绕着轴的旋转台上,该轴基本垂直并穿过靶支承板的中心,这与一些现有技术的系统(例如,淀积系统 200)不同,现有技术系统包括围绕没有通过工件的中心的轴而旋转的多个工件。工件支架 320 可以包括多个顶推销(push-up pin),用于承受(receive)工件 330。在淀积工艺期间,工件支架 320 和工件 330 可以通过工件旋转驱动机构来围绕其中心轴旋转。在由磁体 360 溅射的靶的下方,晶片衬底的不同区域暴露给溅射材料,并使得溅射材料均匀地淀积在工件 330 的衬底上方。淀积系统 300 可以包括加热机构,其可以将工件 330 加热至高于环境温度。

[0054] 靶 350 和 351 可以是平板形状,并由溅射材料制成。靶 350 或 351 可以通过热传导焊接来接合到支承板或用紧固件(fasteners)附着到支承板。支承板包括冷却系统,该冷却系统可以是在溅射期间用于使冷却流体流动的水管道的网络,或是可将靶浸入冷却溶液中。支承板和靶相对于处理室 310 的某些部分(例如,腔室壁)负压偏置。淀积系统 300 包括必要的电路以提供用于靶上的负电势的功率。

[0055] 在溅射前,也可以使处理室 310 充满气体以使得处理室内的压力在 0.01 毫托(milli-Torr)到 1000 毫托的范围内。希望的气体可以包括氩气、氮气、氧气和氢气。由自由电子产生的正离子通过偏置场加速,以轰击靶 350,351 之一,并从靶溅射出靶材料。溅射

工艺期间,磁体 360 扫过靶的背表面,以在靶的前表面附近生成磁场。磁场将电子限制在靶表面的溅射侧附近,并有效地增加了电子的自由程。被限制的电子可以与气体原子相碰撞,以产生可以轰击靶表面的正离子。由磁场引起的增加的离子轰击减小了溅射和材料淀积所需的操作压力。

[0056] 在本发明中,淀积期间,磁体 360 只在一个靶材料(350 或 351)上方具有其磁通量,以使从其它靶的溅射最小化。该公开的系统可以包括其它的布置以进一步减少从多个靶的溅射:在靶之间的物理屏障(barrier)640,641,642,643 可以大大地抑制磁场的尾部进入相邻的靶。电隔离的靶使得特定的反向电偏置只加在希望溅射的靶上。这样离子轰击可以只集中在单个靶上。通过由一个或多个挡板(shutter)覆盖相邻的靶,来阻止来自相邻的靶的淀积,可以基本上消除不希望的溅射。具体地说,挡板可以是设置在靶 350 和 351 下方的可旋转的平板。该可旋转的平板包括一个窗口,其同时只允许一个靶暴露用于溅射。

[0057] 靶 350 和 351 可以彼此电隔离。作为选择,靶 350 和 351 可以彼此电连接。

[0058] 图 5 表示根据本发明的一个实施例的与淀积系统 300 相兼容的靶系统 500 的详细底视图。靶系统 500 包括多个靶 510-513,它们可以由不同或相同的溅射材料制成。靶 510-513 通过热传导焊接层 530、紧固件或其它机械附着的方式,接合到支承板 520。靶 510-513 通过缝隙 540-543 隔开,以与相邻靶电隔离,以及减少包含不同溅射材料的靶之间的污染。

[0059] 图 6 表示根据本发明的另一个实施例的与淀积系统 300 相兼容的靶系统 600 的底视图。靶系统 600 包括多个靶 610-613,它们可以由不同或相同的溅射材料制成。靶 610-613 通过热传导焊接层 630 接合到支承板 620 上。靶 610-613 由屏障 640-643 隔开,这可以使相邻的靶隔离,以及减少不同溅射材料的靶之间的污染。图 7 表示靶系统 600 的横截面图。靶 610,613 接合到支承板 620,并由屏障 643 隔开。屏障 643 的突起形状大大减少了从靶 613 溅射到靶 610 的溅射原子蒸汽的淀积,且反之亦然。

[0060] 参照图 3 和图 4,在溅射前将包括希望材料的靶安装在支承板上。由通过预真空锁(load lock)的工件传送系统,将工件传送到处理室 310 中。处理室 310 由闸门阀(gate valve)密封。通过真空泵浦系统从处理室 310 中抽取空气以达到一般低于 10^{-6} torr 的气压。然后,处理室可以重新充入希望的气体诸如氩气、氮气、氢气、氧气或其它气体,使压力一般在 0.01 毫托到 1000 毫托的范围内。

[0061] 溅射期间,磁体 360 周期性地扫描靶 350 或 351 的区域,并生成磁场,该磁场将等离子体限制在靶 350 或 351 的表面附近。溅射工艺期间,冷却系统使靶避免过热。工件 330 可以电接地、偏置或电浮置。也可以使用射频(RF)场来向工件 330 的顶表面驱动溅射的原子蒸汽。溅射期间,通过工件旋转机构使工件旋转,以将不同角度的区域暴露给淀积材料并保持淀积层的均匀性。

[0062] 靶 350 和 351(或 510-513 和 610-613)可以包括不同的溅射材料,使得可以将多个不同淀积材料的交替的薄层淀积在工件 330 的衬底上。靶 350 和 351 也可以包括相同的材料,用于在工件 330 上方淀积相同材料的层。

[0063] 根据本发明,淀积系统 300 只需要单个的磁控管源。单个磁体 360 在不同的靶 350 和 351 之间共享。因此在溅射工艺期间,一次可以使一个靶溅射。与此形成对比,包括多个靶的现有技术的系统(例如,淀积系统 200),包括多个磁控管,一个磁控管用于一个靶。

[0064] 图 8 表示在淀积系统 300 中用于将两种靶材料 A 和 B 淀积在工件 330 上的流程图。靶 350, 351 分别包括靶材料 A 和 B。如果靶 350, 351 先前在其它淀积工艺中使用或者暴露给周围环境, 则可以在溅射和淀积之前, 在工件支架上没有工件或模拟工件 (dummy workpiece) 的情况下, 首先将靶进行清洁。然后, 将工件 330 装入处理室 310 的工件支架 320 上方。抽气后建立真空状态。将希望的气体充入处理室 310 中。将磁体 360 移动到靶 350 背后。在磁体 360 来回扫描靶 350 以及工件 330 绕中心轴旋转的同时, 在步骤 830 中将靶材料 A 以控制的速率溅射并淀积在工件 330 上方。包括材料 A 的第一淀积层形成在工件 330 的衬底上方。

[0065] 接着, 在没有破坏真空的情况下, 将磁体 360 移动到靶 351 背后。在步骤 840 中, 在磁体 360 扫描靶 351 以及工件 330 旋转的同时, 将靶材料 B 溅射并淀积在工件 330 上方的包括材料 A 的第一淀积层上方。包含材料 B 的第二均匀淀积层形成在第一淀积层上方。在单个腔室的淀积系统 300 中, 隔开靶和减少靶之间的交叉污染的能力是一个重要的特征。防止或减少靶 350, 351 之间交叉污染, 使得两种不同靶材料 A 和 B 的连续层可以在不需要靶清洁、靶转换以及相关的抽真空和稳定化操作过程的情况下进行淀积。

[0066] 本发明的另一方面是认识到由靶材料 A 引起的靶 351 中的微量污染通常不会影响 A/B 叠置层的性能。即使有缝隙 540-543 和屏障 640-643 的存在, 在从靶 350 溅射出靶材料 A 期间, 微量的靶材料 A 也可能污染靶 351。在工件 330 上方形成第一淀积层之后, 靶 351 的顶表面可能在靶材料 B 的衬底上方包含微量的靶材料 A。但是, 通过分析和测试认识到, 这不会影响 A/B 叠置层的物理特性或化学计量 (stoichiometry), 因为在 A/B 淀积层的界面处总有靶材料 A 存在。随着包括靶材料 B 的第二淀积层厚度的生长, 将靶 351 上方的靶材料 A 的微量污染从靶 351 清除掉。可以将靶材料 B 的纯度控制在容许限度内。另一种选择是在淀积材料 B 之前, 在不存在衬底的情况下清洁靶材料 B。

[0067] 如果在步骤 850 中, 要将材料 A 和材料 B 的可选择层淀积在第二淀积层上方, 则重复步骤 830 和步骤 840, 直到淀积了所有预指定数目和次序的层。虽然图 8 表示了淀积叠置层结构 A/B, A/B/A/B, A/B/A/B/A/B 等的工艺, 但通过淀积系统 300, 在没有破坏真空以及真空降和升操作过程的情况下, 可以有效地完成许多其它分层结构的组合。包括靶材料 A 和 B 的叠置层结构的例子包括 A/B/A, A/A/B, A/B/B, A/A/B, A/B/A/B/A 等。

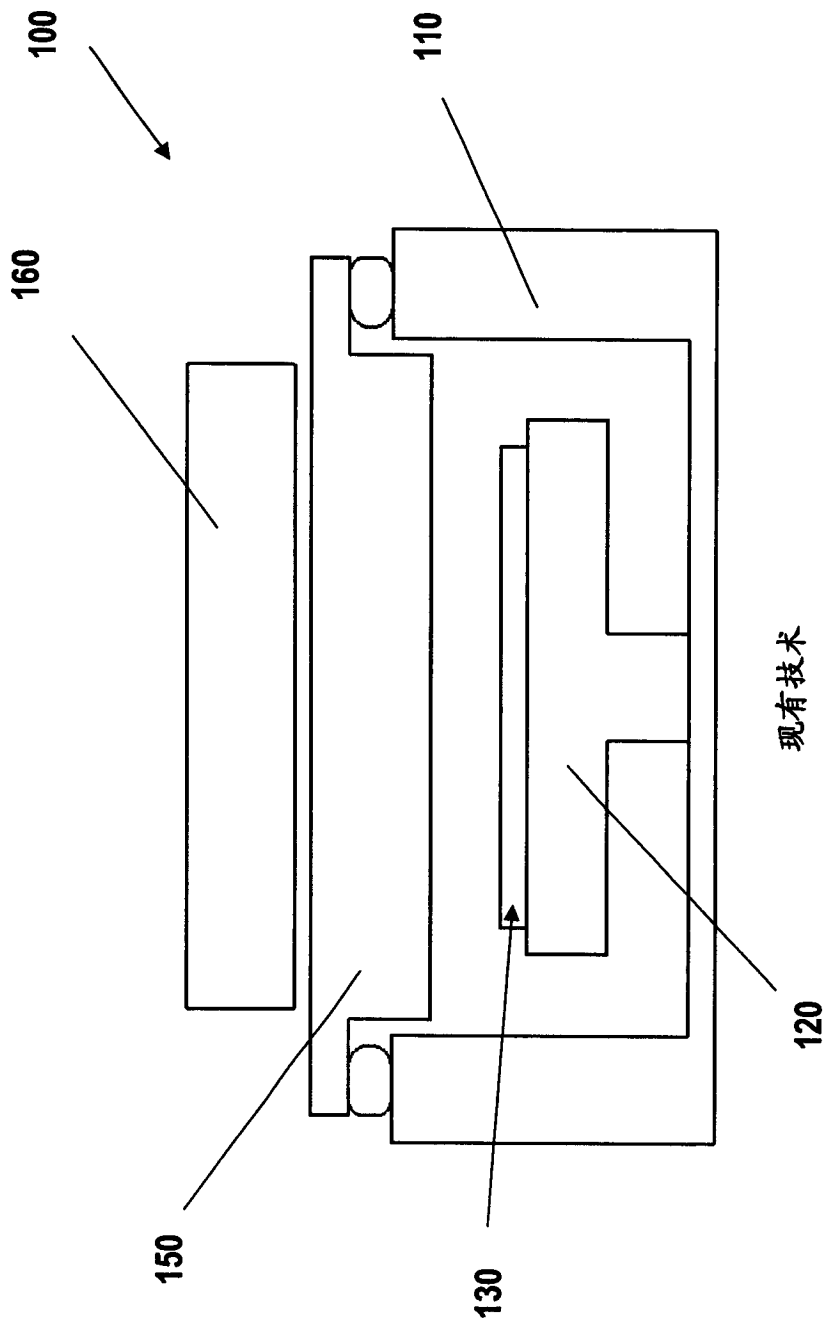
[0068] 图 9 说明用于形成包括三种不同靶材料 A, B 和 C 的叠置层结构 A/B/C 的流程图。与以上关于图 8 描述的类似, 在步骤 920 和 930 中形成分别包括材料 A 和 B 的第一和第二淀积层。在淀积包含不同的靶材料 C 的第三淀积层之前, 在步骤 940 中可以将靶进行清洁, 以阻止在包含靶材料 C 的靶上方主要是靶材料 A 的微量污染。清洁工艺可以包括将工件从处理室 310 传送到预真空锁中以临时存放, 以及溅射包括靶材料 C 的靶和可能的其它靶。然后将工件 330 传送回工件支架 320 上方。然后溅射靶材料 C 以在第二淀积层上方淀积第三淀积层。

[0069] 在第一和第二淀积层的淀积之间减少清洁步骤, 代表大大地减少了工艺时间并提高了生产量。通常, 如果下一个淀积层的组分与最后淀积层之一的组分相同, 则该公开的系统 and 淀积工艺不需要靶清洁。

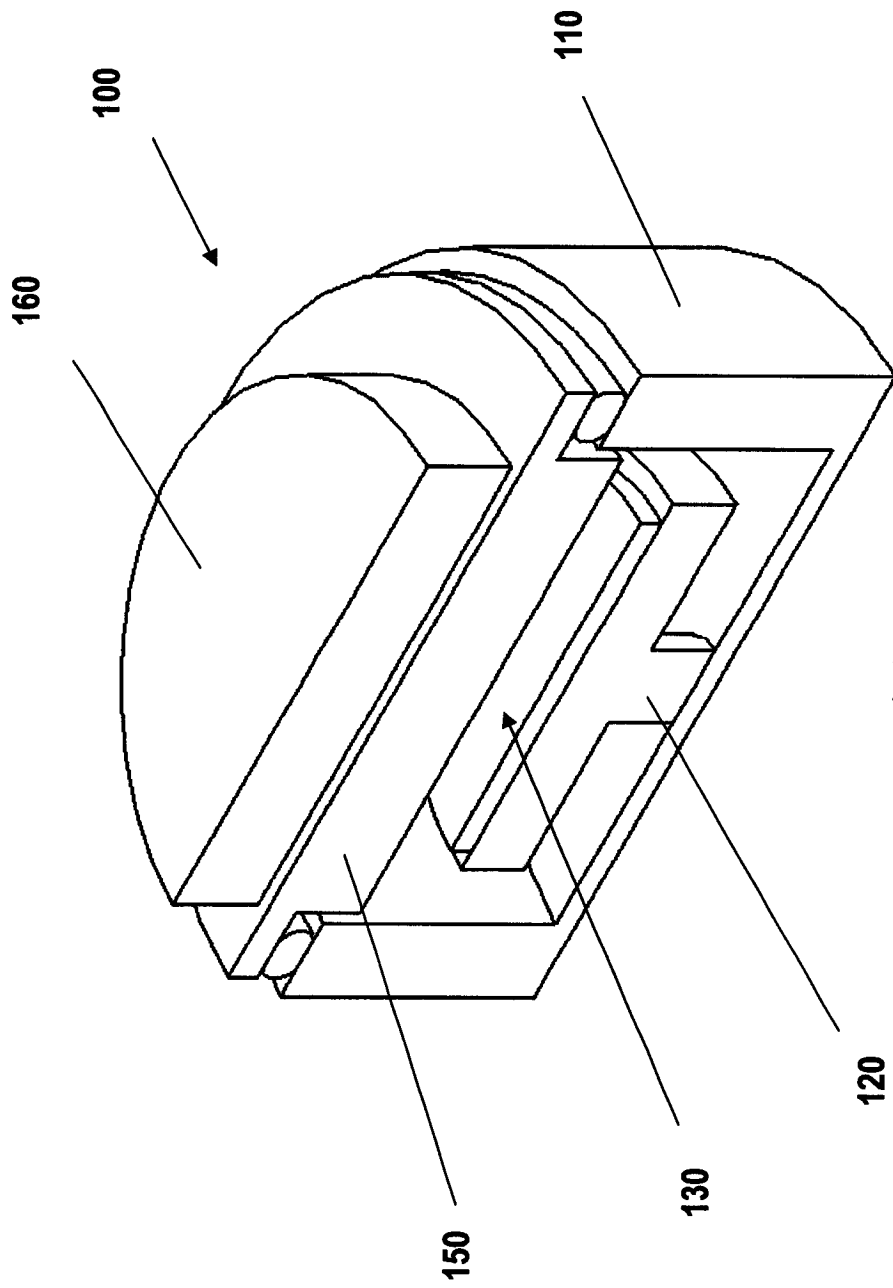
[0070] 该公开的淀积系统 300 提供了单个系统的有益特征的组合。首先, 该公开的淀积系统只包括单处理室。其小的占地面积对于实验、研究和示范性 (pilot) 研发应用是理想

的。第二,该公开的淀积系统在没有破坏真空的情况下能够进行多层淀积,因此与现有技术的系统相比,大大提高了工艺的生产量。第三,该公开的淀积系统简单,并因此与能够进行多层工艺的商用多腔室系统相比,易于以较低成本制造。降低的制造成本使得用户具有购买研发淀积系统或为同时进行多个实验而购买多个淀积系统的支付能力。最后,该公开的淀积系统和工艺能够生产高质量的淀积分层结构,其具有在工件上的均匀性和叠置层中的材料纯度。各种能力的组合克服了现有技术的淀积系统中的许多缺点。

[0071] 尽管本发明的特定实施例已在附图中进行示意和在前面的详细描述中进行描述,但要理解本发明并不限于这里描述的具体实施例,而是能够在不脱离本发明范围的情况下,进行多种重新布置、修改和替换。下列的权利要求旨在包括所有这种修改。

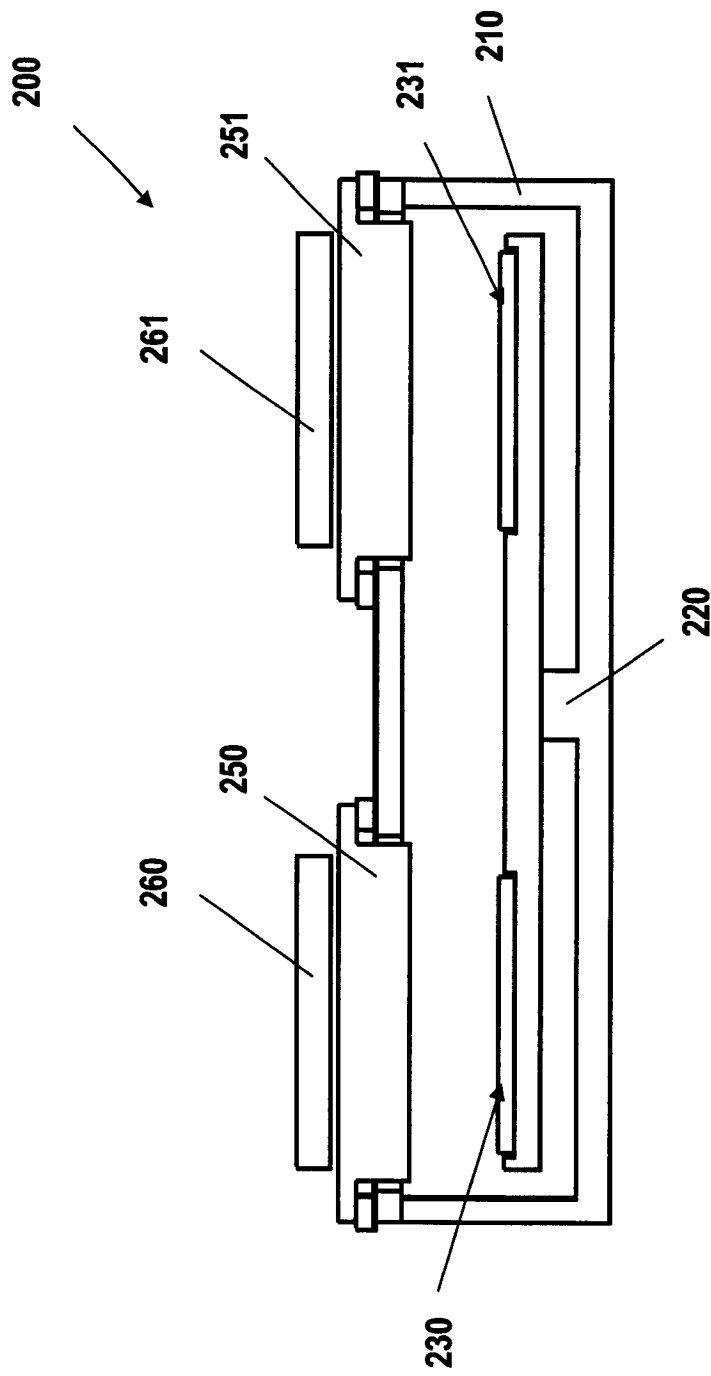


现有技术
图1A



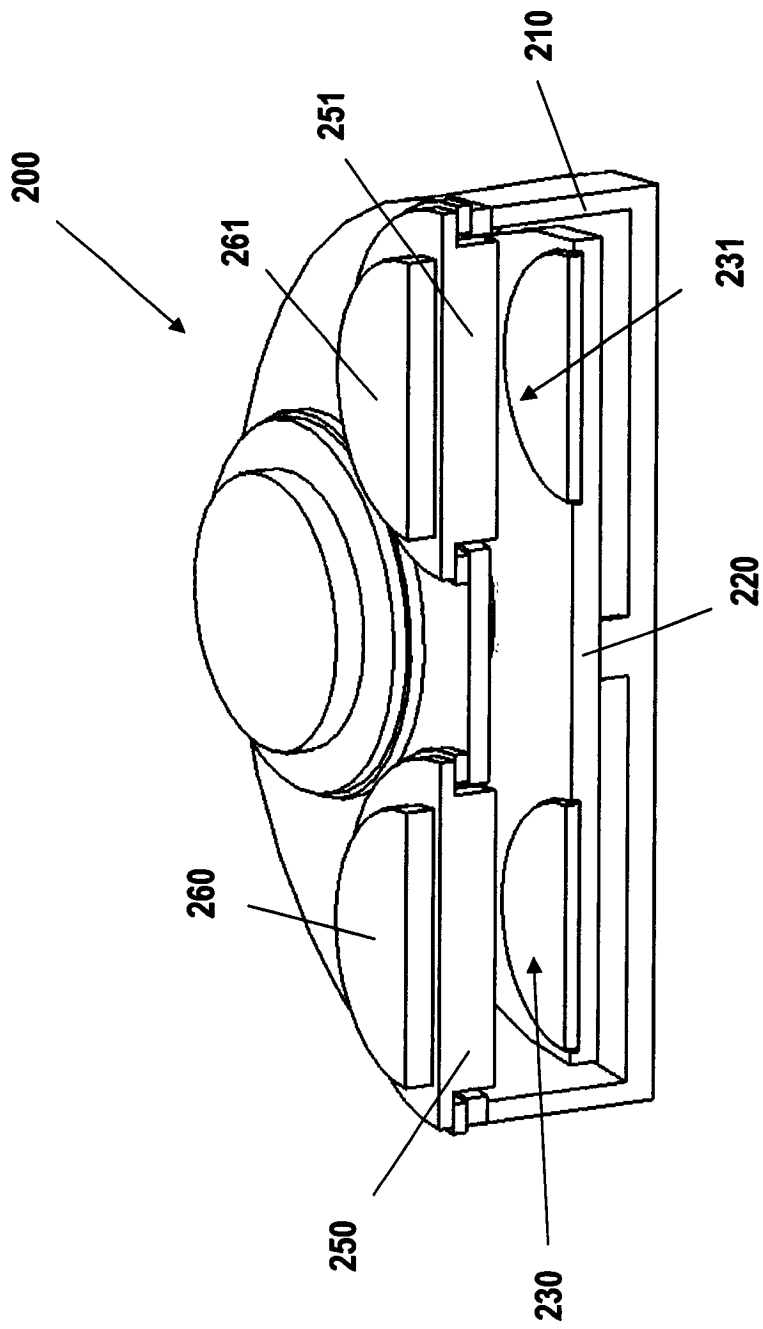
现有技术

图1B



现有技术

图2A



现有技术

图 2B

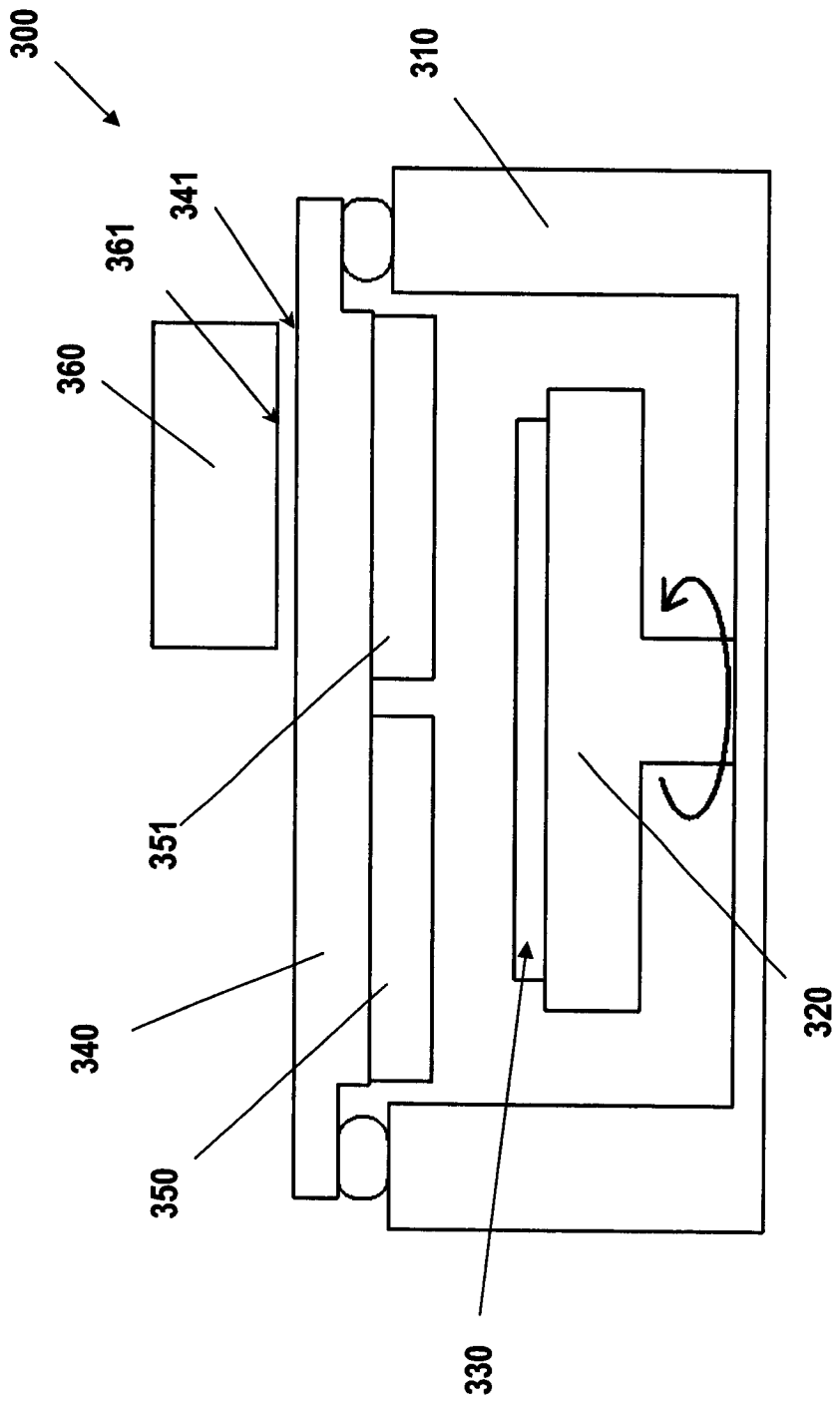
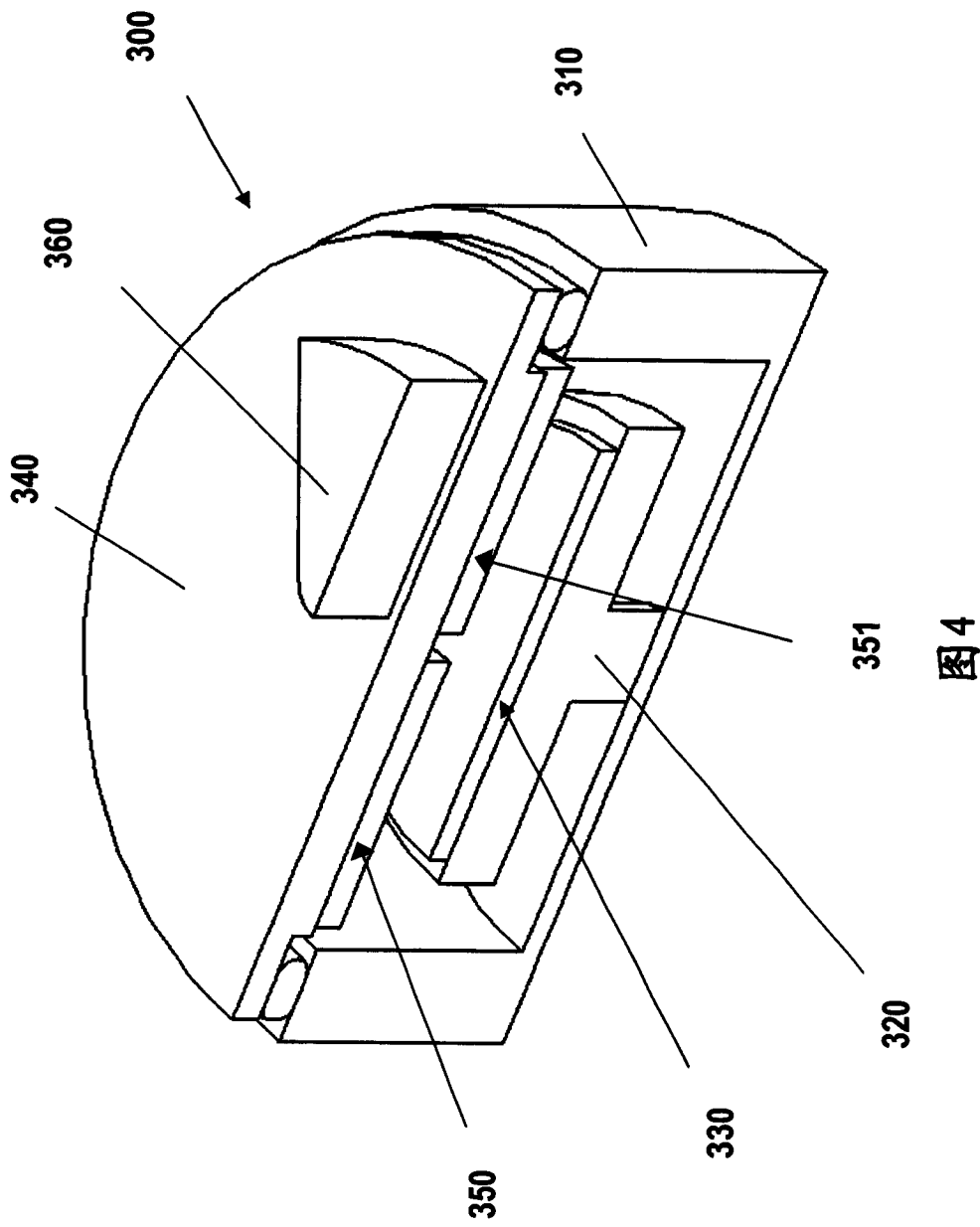


图3



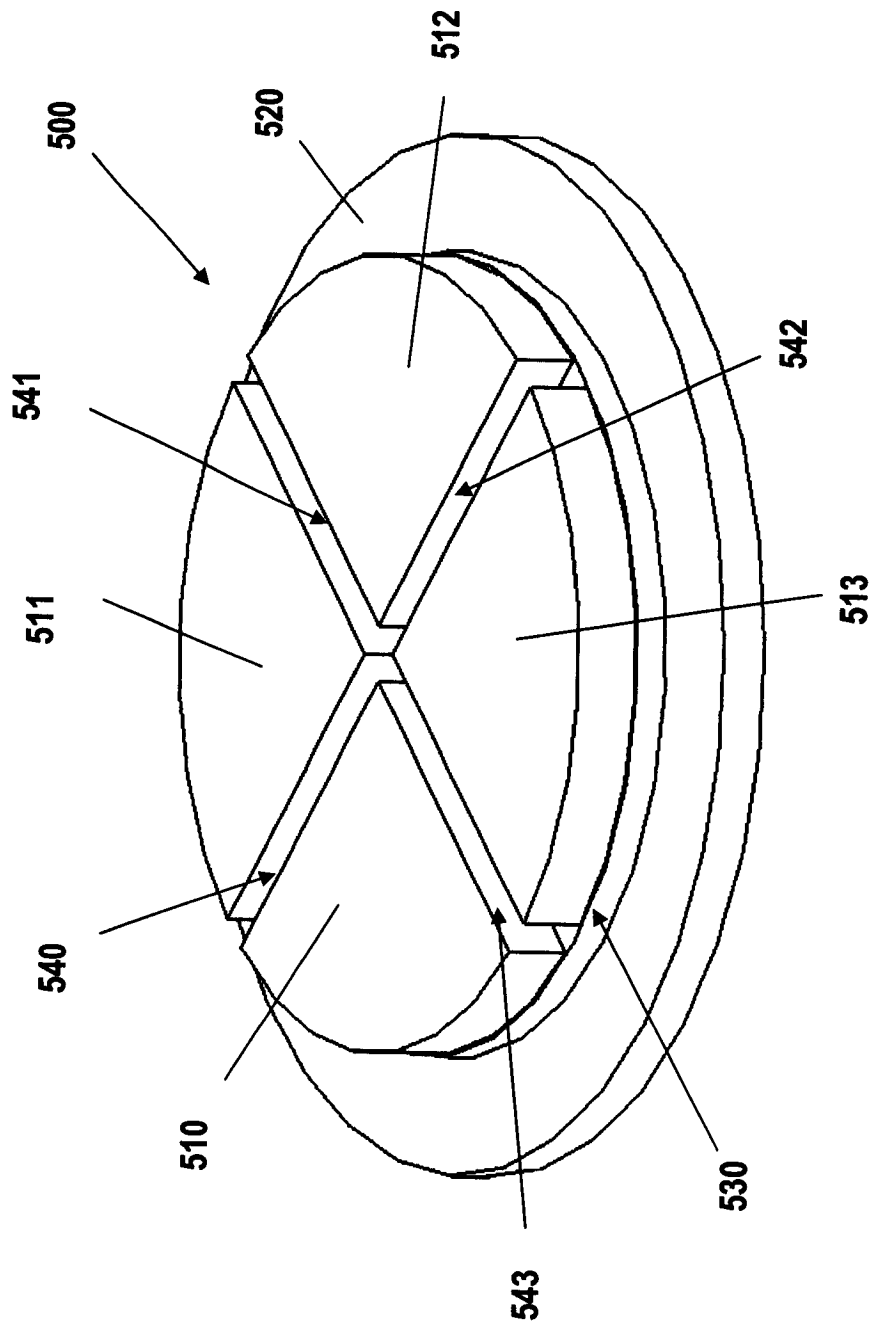


图5

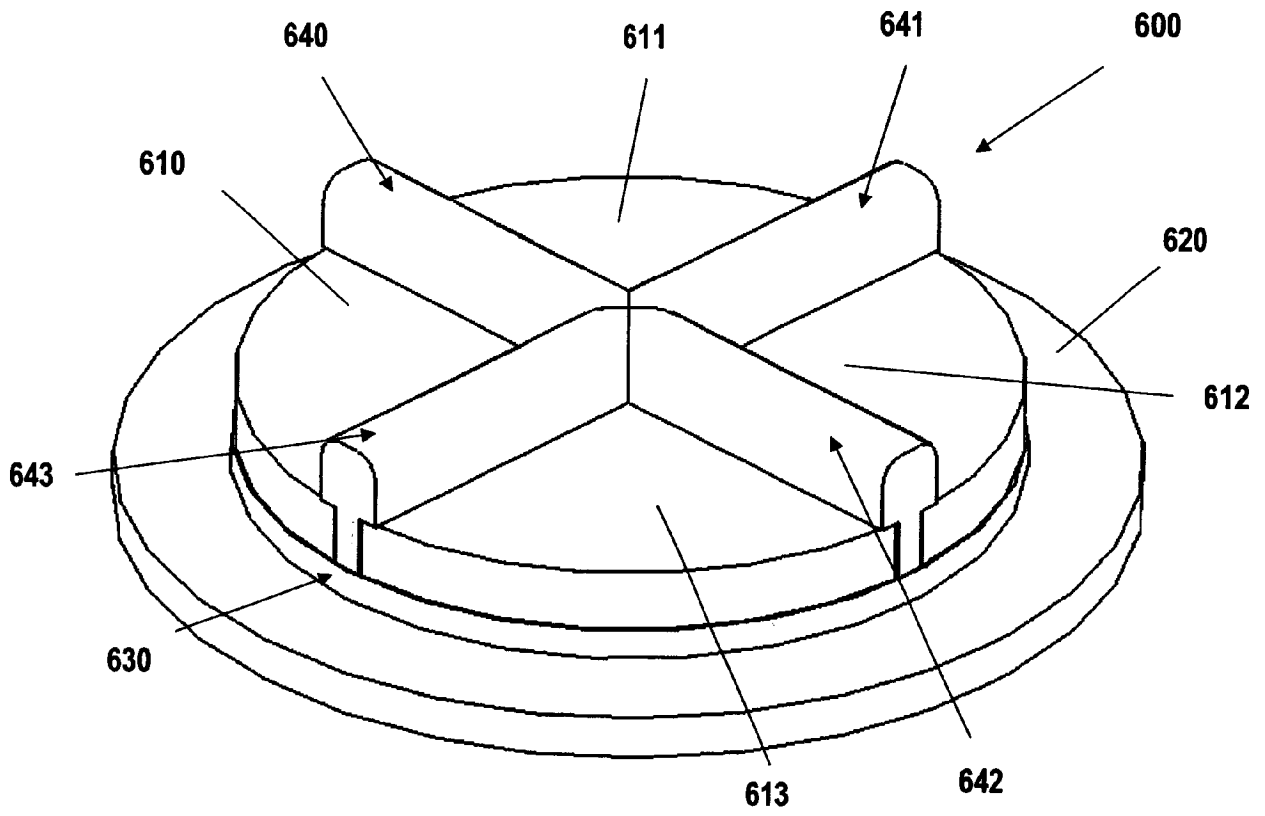


图6

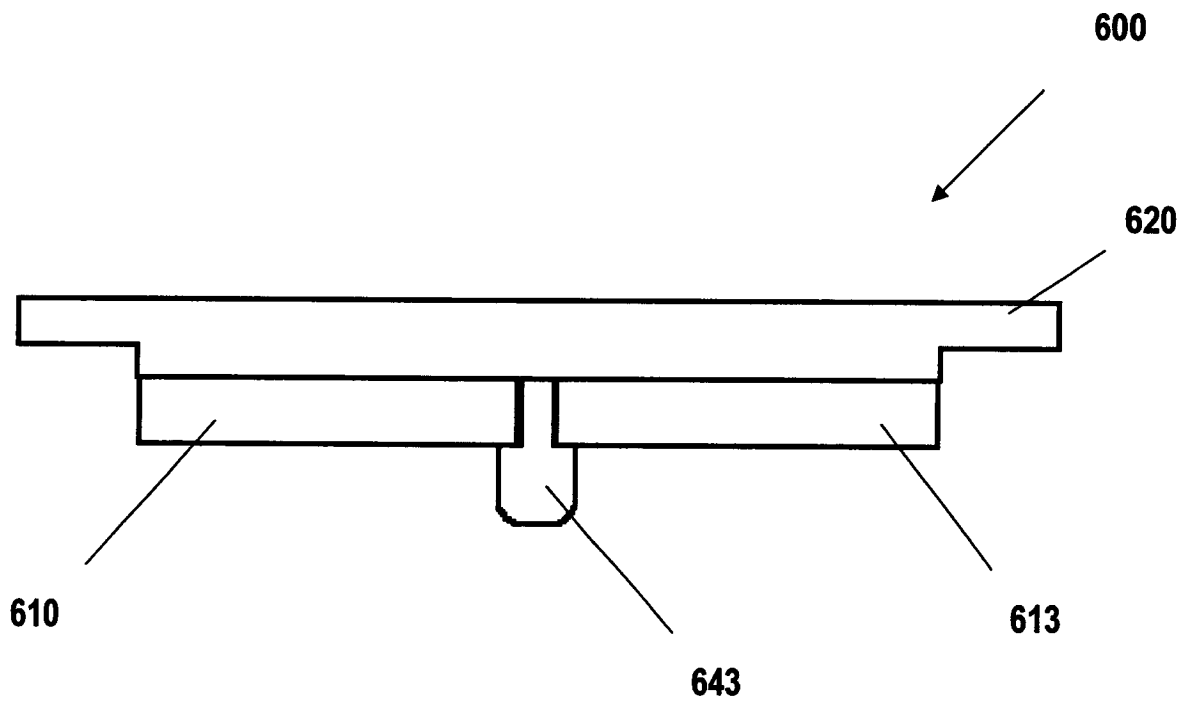


图7

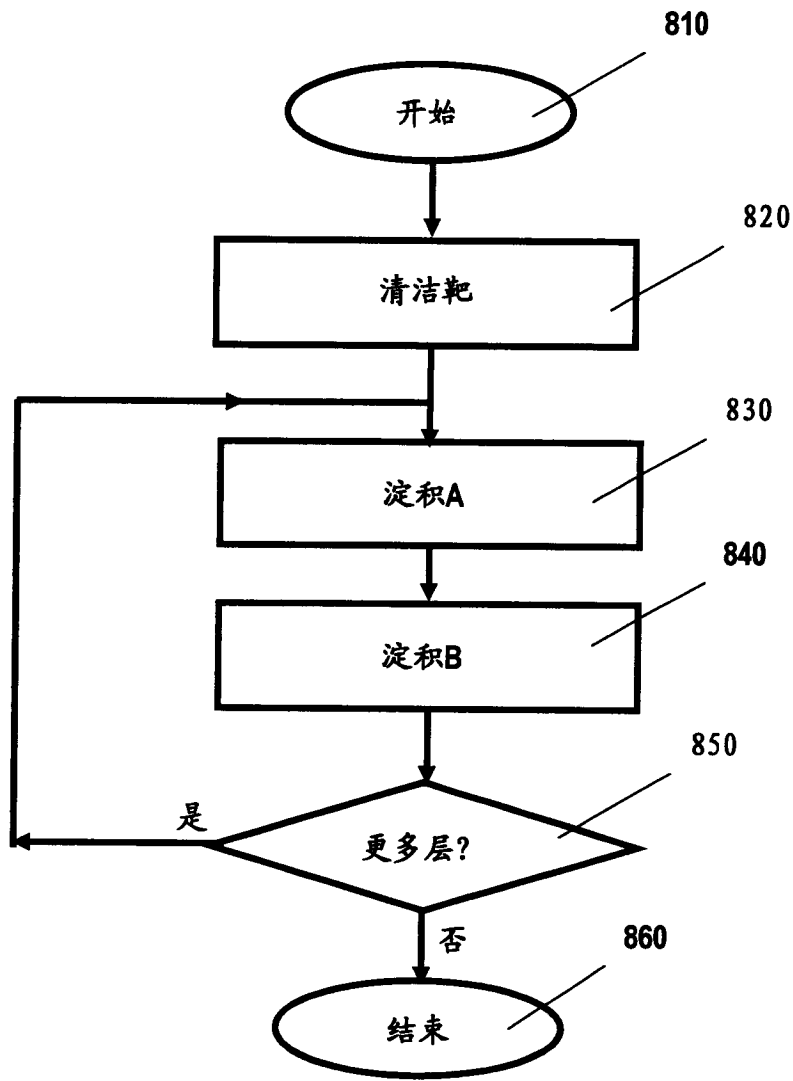


图8

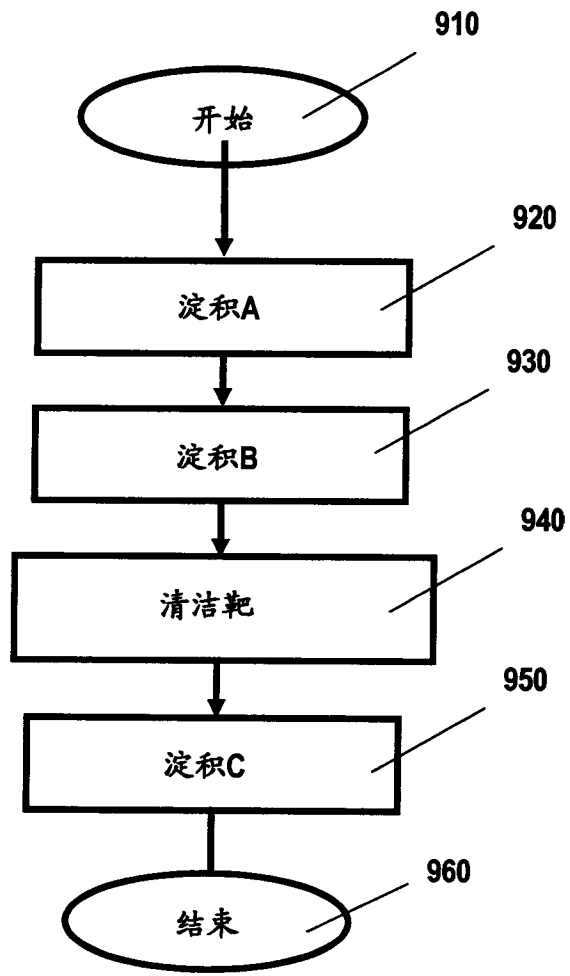


图9