

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810002282.3

[51] Int. Cl.

B81C 3/00 (2006.01)

H01L 23/02 (2006.01)

H01L 23/06 (2006.01)

B81B 7/02 (2006.01)

[43] 公开日 2008年8月6日

[11] 公开号 CN 101234746A

[22] 申请日 2008.1.8

[21] 申请号 200810002282.3

[30] 优先权

[32] 2007.1.10 [33] DE [31] 102007001518.8-33

[71] 申请人 弗劳恩霍夫应用研究促进协会

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 索·巴克 蒂洛·桑德

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司
代理人 王新华

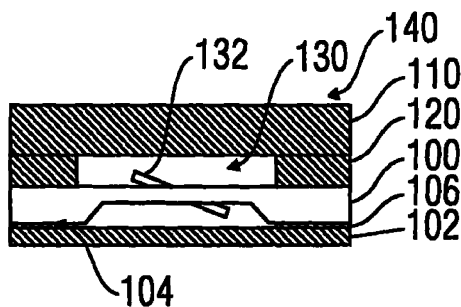
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

[54] 发明名称

用于容纳微机械系统的装置和方法

[57] 摘要

一种用于容纳微机械系统(100)的装置,包括:具有表面(104)的衬底(102),微机械系统(100)形成在衬底(102)的表面(104)上;透明盖(110);和干膜层布置(120),所述干膜层布置(120)位于衬底(102)的表面(104)与透明盖(110)之间。所述干膜层布置(120)包括开口(130),从而使得微机械系统(100)邻近开口。



1. 一种用于容纳微机械或微光电系统(100)的装置,包括:
具有表面(104)的衬底(102),微机械系统(100)形成在衬底(102)的表面(104)上;
透明盖(110);和
干膜层布置(120),所述干膜层布置(120)位于衬底(102)的表面(104)与透明盖(110)之间,
其中所述干膜层布置(120)包括开口,从而使得微机械系统(100)邻近开口。
2. 根据权利要求1的装置,其中所述透明盖(110)包括在预定波长范围内透明的光学材料。
3. 根据权利要求1的装置,其中所述透明盖(110)包括玻璃、石英、硅、锗、氟化钙、或光学聚合物。
4. 根据权利要求1的装置,其中在所述透明盖(110)上附接光学器件。
5. 根据权利要求4的装置,其中附接的光学器件包括微透镜、微透镜阵列、波带板、微棱镜、透射光栅、光束分裂器、或镜面。
6. 根据权利要求1的装置,其中所述微机械或微光电系统(100)包括CCD图像传感器、CCD阵列、辐射热测量计、辐射热测量阵列、热电偶、热电偶阵列、热电传感器、CMOS成像器、或CMOS/CCD阵列。
7. 根据权利要求1的装置,其中所述透明盖(110)还包括减反射器、或光谱过滤器涂层/偏振光滤波器涂层。

8. 根据权利要求1的装置，其中所述透明盖(110)包括用于连接触点(140)的开口，该开口与干膜层布置(120)的开口横向间隔，并且连接触点(140)能够电连接到微机械系统(100)。

9. 根据权利要求1的装置，其中所述干膜层布置(120)包括聚合物材料。

10. 根据权利要求1的装置，其中所述干膜层布置(120)包括层序列的几个叠置的干膜层。

11. 根据权利要求1的装置，其中所述干膜层布置(120)包括超过100 μm 的层厚度。

12. 根据权利要求1的装置，其中所述衬底(100, 102)包括微机械系统(100)形成在其中的层和承载衬底(102)，在微机械系统(100)和承载衬底(102)之间布置粘结层(106)。

13. 根据权利要求1的装置，其中衬底通过热压结合被结合到干膜层布置(120)。

14. 根据权利要求1的装置，其中所述衬底(102)包括凹陷，微机械系统(100)的一部分延伸到或能够移动到所述凹陷中。

15. 根据权利要求1的装置，还包括粘结层，其中所述粘结层形成在微机械系统(100)和衬底(102)之间和/或形成在微机械系统(100)和干膜层布置(120)之间，其中所述粘结层被形成为实现提高相邻层的粘结性和/或相邻层的不平区域的补偿性。

16. 一种用于容纳微机械或微光电系统(100)的方法，包括如下步骤：
提供透明盖(110)；

将干膜层布置(120)应用到透明盖(110)上；
使干膜层布置(120)图案化以便产生开口(130)；
将其上形成微机械系统(100)的、衬底(102)的表面(104)结合到干膜层布置(120)，从而使得微机械系统(100)邻近开口(130)。

17. 根据权利要求16的方法，还包括减反射步骤、或应用光谱过滤器涂层或/和偏振光滤波器涂层到透明盖(110)上的步骤。

18. 根据权利要求16的方法，其中提供透明盖(110)的步骤包括形成开口，其中所述开口被形成为使得能够在微机械系统(100)的连接触点处实现电接触。

19. 根据权利要求16的方法，其中应用干膜层布置(120)的步骤包括应用层序列的几个干膜层。

20. 根据权利要求16的方法，还包括将微机械系统(100)粘结到衬底(102)上的步骤。

21. 根据权利要求16的方法，还包括在承载衬底(102)和微机械系统(100)之间应用隔离层的步骤，从而使得微机械系统(100)通过隔离层与承载衬底(102)间隔预定距离。

22. 一种具有权利要求1的装置的系统，其中
所述系统是激光扫描投影显示器、条形码读取器、图像拾取器、网膜投影显示器、光探测器或空间光调制器。

用于容纳微机械系统的装置和方法

技术领域

本发明涉及一种用于容纳微机械系统（MICROMECHANICAL SYSTEM）的装置和方法。

背景技术

微机械系统（微系统）的容纳（housing）或封装（encapsulation）能够用独立器件和包括多个器件的晶片来执行。微机械系统常常具有可移动的机械结构，本发明关心使用晶片的微系统的封装，特别是需要和/或期望的相对大的空穴以便通过微机械结构的自由移动保证无错的功能的系统。

为了确保微机械系统或 MEMS（微机电系统）器件的长寿命，可移动的部件需要通过封装或容纳来适当保护。微系统的封装是封装过程的主要部分，传统上其仅在通过所谓的模具靠模具处理（die-by-die process）切成器件之后执行。使用典型地具有多个器件的晶片的封装，使得成本的大幅降低成为可能，因为避免了单独器件的特定处理。封装可在 MEMS 完成或激活之后立刻开始，在随后的处理步骤期间，特别是切割器件期间，同时提供对器件的保护。因此，结果，获得了简单的过程，并且可以实现整个产量的增加。

在过去数年中，一系列方案已经被提出，例如如下文献：

K. Najafi, “Micropackaging technologies for integrated microsystems: applications to MEMS and MOEMS”, Proc. SPIE, vol. 4979, 2003;

M. B. Cohn, et al., “MEMS packaging on a budget (fiscal and thermal)”, IEEE Conference on Electronics, Circuits and Systems, 2002;

W. Kim et al., “A low temperature, hermetic wafer level packaging method for RF MEMS switch”, IEEE Electronic Components and Technology Conference 2005 (说明了通过金属密封、使用热压结合的密封封装);

V. Kaajakari, et al., “Stability of wafer level vacuum encapsulated silicon resonators”, 2nd International Workshop on Wafer Bonding for MEMS Technologies, Halle/Saale Germany April 9-11, 2006 (所谓的阳极结合在 V. Kaajakari 的文献中被说明);

L. Lin, “MEMS post-packaging by localized heating and bonding”, IEEE Transactions on advanced packaging, vol. 23, no. 4, November 2000, (利用金属局部加热的结合在 L. Lin 的文献中被提出);

D. Sparks, et al., “Reliable vacuum packaging using NonoGettersTM and glass frit bonding”, Proc. SPIE, vol. 5343, 2004 (所谓的玻璃熔结在 D. Sparks 的文献中提出)。

这些公知方案大部分需要所谓的晶片结合。然而, 可选方案也是公知的, 例如通过特殊高分子材料的热分解形成空穴, 请参见文献: P. Monajemi et al., “A low cost wafer-level MEMS packaging technology”, IEEE MEMS 2005。

MEMS 器件通常对空气湿度敏感, 空气湿度容易改变空气状况并可导致腐蚀和/或静摩擦。由于该原因, 封装和/或容纳通常需要可靠的功能。由于空气湿度的高渗透性或穿透性, 通常避免使用聚合物封装。对于实际的密封封装, 使用金属或玻璃作为容纳或封装以及密封的材料。密封封装通常是高成本的, 例如占有 MEMS 器件成本的 50—80 %, 请参见文献 (B. Cohn, et al., “MEMS packaging on a budget (fiscal and thermal)”, IEEE Conference on Electronics, Circuits and Systems, 2002)。一些 MEMS 器件/系统, 例如具有大的机械结构或微机械的一些对于空气湿度不敏感, 因此不需要昂贵的密封封装。在该应用中, 在切割和封装的过程期间, 聚合物材料的容纳、覆盖或封装提供足够的保护。这种方案是一种封装结构, 例如 Y.-M. J. Chiang 的文献 (Y.-M. J. Chiang et al., “A wafer-level micro cap array to enable high-yield micro system

packaging”，IEEE Transactions on Advanced Packaging, vol. 27, no. 3, August 2004) 中说明的，其允许大量、低成本的批量生产。这里所述的封装通过模制方法实现，其缺点在于模子造成高成本。另一个缺点是聚合物材料的光学窗口，其光学品质低于用玻璃。例如，这是因为，与聚合物材料相比，玻璃具有不同的吸收性能。

对于 MEMS 器件，形成具有大空穴的容纳或封装是一种特别的挑战，从而使得 10—300 μm 范围和平面更外侧的运动成为可能。通过氢氧化钾蚀刻 (KOH etching) 在硅中形成所谓的隔离框架 (spacer frame, 即用作隔离物的层结构) 是可能的和/或公知的，请参见文献 DE 199 40 512。然而，如此获得的结构昂贵并且不具有柔性。

发明内容

鉴于上述现有技术，本发明的目的是提供一种用于容纳和/或封装微机械系统的装置和方法，其是柔性的并且低廉的，而且还具有高质量。

本发明的目的通过权利要求 1 的装置和权利要求 12 的方法实现。

本发明是基于这样的发现，即用于容纳微机械或微光电系统的装置能够通过形成微机械系统的衬底的表面上沉积干膜层布置来设置，其中干膜层布置在微机械系统的区域内具有开口，并且最后应用玻璃盖等透明盖。因此，图案化的干膜层布置形成所谓的隔离框架，即层结构的隔离物。因此，与旋涂相比，由于通过承载膜的应用，干膜层布置能够被更厚地应用。

根据本发明，对于封装或对于容纳，光学窗口用高质量玻璃与作为隔离框架的、可包括聚合物材料的层组合使用。对于晶片，执行对应的制造方法，该方法是柔性的、高质量的，并能够显著地减少小数量或中等数量的光学微系统的制造成本。

因此，封装包括具有厚聚合物隔离层 (隔离物) 的玻璃盖，厚聚合物隔离层被形成为使得 MEMS 器件上的微机械结构能够自由运动。MEMS 器件可包括可移动的微镜，该微镜朝基平面外的运动量大于 100 μm 。对于具有朝背部开口的 MEMS 器件的情况，可包括远离玻璃盖的背部盖，其可以是具有微镜的情况。使用玻璃作为光学窗口的优点在于能够通过抗反射层减

反射，例如，抗反射层优选地适用于具有实用波长的光。聚合物层的厚度适用于 MEMS 器件的运动，从而不存在阻碍导致的故障，并且微镜能够自由地运动。进一步的重要特征是接触垫上方的玻璃盖的潜在开口，其用于传统的电线结合。玻璃盖的开口可形成在初始玻璃晶片上（即在应用隔离层和/或 MEMS 器件之前）或在器件的切割过程期间稍后形成。在后一种情况下，结合垫上方的玻璃被去除（例如通过切削），并且晶片的单独的器件被分隔开或在第二步中被切割。

可如下执行对应的制造方法。制造开始，首先提供玻璃晶片，其表示微机械系统的光学窗口。玻璃晶片可选地具有减反射器，例如通过应用抗反射层，并可进一步设置用于 MEMS 器件的结合垫的开口。玻璃晶片上的用于结合垫的开口可选地可稍后制造，例如在切割器件的过程期间。例如，文献 (Y.-M. J. Chiang et al., “A wafer-level micro cap array to enable high-yield micro system packaging”, IEEE Transactions on Advanced Packaging, vol. 27, no. 3, August 2004) 和文献 (Z.-H. Liang et al., “A low temperature wafer-level hermetic MEMS package using UV curable adhesive”, IEEE Electronic Components and Technology Conference, 2004) 对其进行说明。主要问题是隔离层 (spacer layer) 的形成，隔离层限定玻璃盖 (玻璃窗口) 和 MEMS 器件之间的距离。根据本发明，是通过在玻璃晶片 (glass wafer) 上应用聚合物干膜层布置来实现的。如果简单的干膜层不具有期望的层厚，可选地多个膜层可对应适用于微机械系统的无错功能的要求。干膜传统上使用于所谓的撞击处理 (bumping processes) 并可具有不同层厚。干膜的使用对几十微米到几百微米范围的层厚特别感兴趣，因为通过传统的旋喷或旋涂方法难以均匀地涂抹具有如此大层厚的层。

在涂抹实例性的聚合物干膜后，膜层被图案化。这可通过利用实例掩模曝光、使用光学平版印刷术来执行，包括显影，即通过所谓的喷涂显影 (spray development)。然后，具有聚合物隔离层的玻璃晶片直接固定在具有 MEMS 器件的晶片上，例如借助于所谓的热压结合器件 (即 Süss MicroTec SB6)。压力和热量的施加将聚合物层固定到器件晶片上，该器件晶片通常不需要额外的等离子激活 (plasma activation)，请参见文献

(Y.-M. J. Chiang et al., “A wafer-level micro cap array to enable high-yield micro system packaging”, IEEE Transactions on Advanced Packaging, vol. 27, no. 3, August 2004)。可选地, 额外的胶合或粘结层可应用到隔离层上以便增加盖晶片(具有或没有干膜层布置的玻璃晶片)和MEMS 器件晶片之间的粘结性, 如文献DE 196 02 318 和文献(G. Klink et al., “Wafer bonding with an adhesive coating”, Proc. SPIE, vol. 3514, 1998 or has been shown for the spin-on method; Z.-H. Liang et al., “A low temperature wafer-level hermetic MEMS package using UV curable adhesive”, IEEE Electronic Components and Technology Conference, 2004) 中的所谓的冲压法(stamping)中所描述。如果器件晶片包括需要补偿的不平区域(地形)时, 额外的粘结层的使用是有利的。使用硅晶片的背部盖可以相似的方式处理。如果需要 MEMS 器件的功能, 背部盖也可包括额外的隔离层。作为最后的步骤, 执行器件的切割。

因此, 获得的微机械系统的封装特别的优点在于能够柔性地实现用于微机械结构的大空穴, 并且玻璃的使用也使得能够实现高质量的光学窗口。最后, 实例晶片加工处理显著地节省了成本。

附图说明

下面将参考附图更详细地说明本发明的优选实施例。

图 1A—1F 显示用于制造晶片封装的加工过程;

图 2 显示用于容纳微机械系统的方法; 和

图 3 显示容纳的微机械系统的立体图。

具体实施方式

在根据附图更详细地说明本发明之前, 应当指出图中相同元件用相同或相似参考标记表示, 并省略对这些元件的重复说明。

图 1A—1F 说明了用于容纳微机械系统 100 的过程步骤。

在图 1A 中, 第一玻璃衬底 110 被提供, 在第一玻璃衬底 110 上应用干膜层布置(dry film layer arrangement) 120, 如图 1B 所示。例如, 该应用可提供用于几个干膜层的连续应用。这里, 干膜层, 或干膜层布置

120 已经在特别提供的涂抹衬底（未图示）上，可以在涂抹衬底和覆盖层（未图示）之间被保护，其中对于应用，覆盖层被去除，涂抹衬底的布置和干膜层（布置）120 通过转动被应用在玻璃衬底 110 上，干膜层（布置）120 面向玻璃衬底 110。

在下一步，如图 1C 所示，干膜层布置 120 被图案化。例如，这可以使用掩模 122 和光束 124 的曝光来执行。在曝光之后涂抹衬底（未图示）可去除或剥除，或者可之前已经被去除。在图案的范围内，还可执行干膜材料的固化和更好的交联（cross-linkage）的进一步的步骤。然后，例如通过蚀刻加工，干膜层布置 120 可在还没有交联的掩模 122 的区域被去除，例如曝光部分或非曝光部分，从而形成开口 130，如图 1D 所示。干膜层布置的实现厚度取决于在涂抹衬底上准备的干膜层（布置）120 的厚度，这个过程常常重复。

图 1D 产生的结构被应用到微机械系统 100 上，其中开口 130 延伸进微机械系统 100 在其中的区域中。在这里所示实施例中，微机械系统 100 例如是微镜（micromirror）132，开口 130 被形成为使得微镜 132 能够在它的使用范围（即大约的预定角度）内自由移动，如图 1F 所示。图 1E 产生的结构被应用到承载衬底 102 的表面 104 上。为了补偿潜在的不平区域，进一步提高微机械系统 100 在承载衬底 102 上的粘结，粘结层 106 可选地设置在微机械系统 100 和承载衬底 102 的表面 104 之间。

可选地，承载衬底 102 可进一步包括其它隔离层（未图示）。这些其它隔离层或隔离物具有这样的功能，即实例微镜 132 可围绕该应用设定的角度自由地移动，并且不会被下面的承载衬底 102 阻止。此外，额外的粘结层（未图示）可在微机械系统 100 和干膜层布置 120 之间。相同的粘结层 106、微机械系统 100 和干膜层布置 120 之间的额外的粘结层的优点在于，能够补偿潜在的不平区域，并且进一步增加微机械系统 100 和干膜层布置 120 之间的粘接性。

步骤 1A—1F 可用于整个晶片的实施，即，不仅用于具有微机械系统 100 的一种器件（如图 1F 所示），也用于多微机械系统。为了获得单独的器件，最后执行切割。例如，可如图 1F 所示，通过顺序地切削层来实现切割。

因此,获得晶片封装的制造过程。尽管显示了单独的器件,典型的晶片可包括数百个器件。玻璃盖 110 也可设置具有减反射(例如,通过外表面 140 上抗反射层),外表面 140 在玻璃盖 110 的离开干膜层布置 120 的一侧上。干膜层 120 可选地包括几层,从而使得期望的层厚度能够被实现。这里潜在的层厚度范围为 1—1000 μm , 优选地 10—300 μm 。图案,例如通过光束 124 曝光和使用掩模 122 蚀刻形成的图案,以框架形式提供了干膜层布置 120。即,每个微机械系统 100 被嵌入在框架中,因此微机械系统 100 所有侧面受到保护。如上所述,具有框架结构的用于干膜层布置 120 的玻璃盖 110 固定在微机械系统 100 的上表面上。最后,在微机械系统 100 的相对侧,例如硅晶片 102 通过粘结层 106 被固定。作为最后的步骤,执行器件的切割(dicing)。

图 2 显示用于制造容纳的微机械系统的对应步骤过程。首先,提供玻璃盖,隔离材料被应用到玻璃盖上。可选地,在玻璃盖 110 和隔离材料(spacer material) 120 之间,可布置粘结层,隔离材料 120 优选地包括干膜层布置。在下一个步骤中,隔离材料 120 被图案化,从而形成开口 130,其中开口 130 被布置成使得微机械系统 100(例如微镜)能够自由地移动。在隔离材料 120 图案化之后,获得的结构应用在微机械系统 100 上,其中通过图案化形成的开口 130 被设置成使得微机械系统 100 能够自由地运动。在微机械系统 100 的远离隔离材料 120 的一侧上,应用承载衬底 102。可选地,微机械系统 100 可包括在两个主侧面上的粘结层,从而使得不平区域能够被补偿,并且增加微机械系统 100 到隔离材料 120 和到承载衬底 102 的粘结性。在最后的步骤中,单独的器件被切割。这可通过切削或打磨来执行。

图 3 显示一个实施例的包括微镜 132 的容纳好的微机械系统 100 的立体图。在该立体图中,微镜 132 通过玻璃盖 110 从上方连接,并且受到干膜层布置 120 形成的框架的横向保护。干膜层布置 120 优选地包括聚合物材料。此外,微机械系统 100 应用在承载衬底 102 上,其中可选的粘结层 106 布置在承载衬底 102 和微机械系统 100 之间。在该实施例中,还显示了接触垫 140,其用作微机械系统 100 的电接触。

总之,本发明提供一种用于微机械系统 100 的覆盖结构,即不是用

于单独的器件，而是用于具有多微机械系统 100 (MEMS 器件)的晶片。此外，本发明允许形成具有大延伸尺寸的空穴，例如超过 100 μm ，甚至超过 200 μm ，该空穴由聚合物框架形成的框架限定，并能够通过应用和图案化玻璃晶片 110 上的一个或更多个干膜层来制造。此外，本发明的优点在于，玻璃能够用作覆盖材料，其可选地是减反射的，例如通过涂抹抗反射层。进一步地，玻璃盖 110 可包括滤光片，从而使得对于微机械系统 100 有利的光学窗口能够被提供，即，例如使用的光谱可对应地适用于使用的显微镜 132。因此，本发明的装置能够低廉地制造，而且柔性地适用于各种尺寸的空穴。

在进一步的实施例中，用作覆盖材料或玻璃晶片 110 的玻璃的使用还可通过使用另一种透明材料来替换。形成的光学窗口 (optical window) 或光学底层 (optical backlayer) 可例如包括处理玻璃之外，还有硅、锗、石英、光学聚合物、氟化钙或在预定波长范围内透明的其它光学材料。这里，预定波长范围可适用于特定的应用，例如适用于盖要保护的光学传感器的灵敏度。此外，有利地是，给微机械系统 100 仅提供功能所需的至少量的辐射，并抑制进一步的辐射。另一方面，因此微机械系统 100 被保护，并且还要避免过渡加热。

对于前述说明，可选地或额外地，光学窗口 (例如玻璃盖 110) 也可设置有抗反射/偏振层 (antireflection/polarization layer)，其可相对于预定波长范围进行优化。然而，可选地，还可将微光学器件应用到光学盖 110 上以便确定地影响特定应用中的光学特性。例如，微透镜阵列 (microlens arrays) 和微棱镜 (microprisms) 可造成入射辐射的聚焦的增加。这对于弱强度的入射辐射特别地有利。波带板 (Zoning plates)、透射光栅 (transmission gratings)、光束分裂器 (beam splitters) 或减反射器也是适当的。这些额外的微光学器件可以整个区域的方式应用，或还可仅部分地应用，并且可导致部分入射辐射被反射或被防止通过光学窗口 110。因此，辐射仅能穿过光学窗口 110 的部分区域中的微机械系统，因此能够抑制上述加热。

作为微机械系统 100 的替代，微光电系统 (micro-optoelectromechanical systems) 也可受到透明盖 110 的保护，

即，不仅仅 MEMS 或 MOEMS（微光电系统）受到保护。本发明因此还用于容纳空间光学探测器（或单个光学探测器）或通常的辐射探测器，例如电荷耦合器件（CCDs, charge coupled devices), 辐射热测量阵列（bolometer arrays），热电偶阵列（thermopile arrays），热电传感器（pyroelectrical sensors），互补金属氧化物半导体成像器（CMOS imagers, complementary metal oxide semiconductor imagers), 或 CMOS/CCD 摄像集成电路（CMOS/CCD camera chips）。进一步的应用包括空间光调制器（spatial light modulator）的容纳，例如微镜阵列、液晶显示器、OLED 显示器（organic light-emitting diode displays, 有机发光二极管显示器）、或 LCOS 显示器（liquid crystal on silicon displays, 硅液晶显示器）。在要保护的微机械系统的情况中，用于上述实施例的应用实例是激光扫描投影显示器或条形码扫描器，基于微镜的光拾取器（例如内诊镜）或网膜投影显示器（retina projection display）。

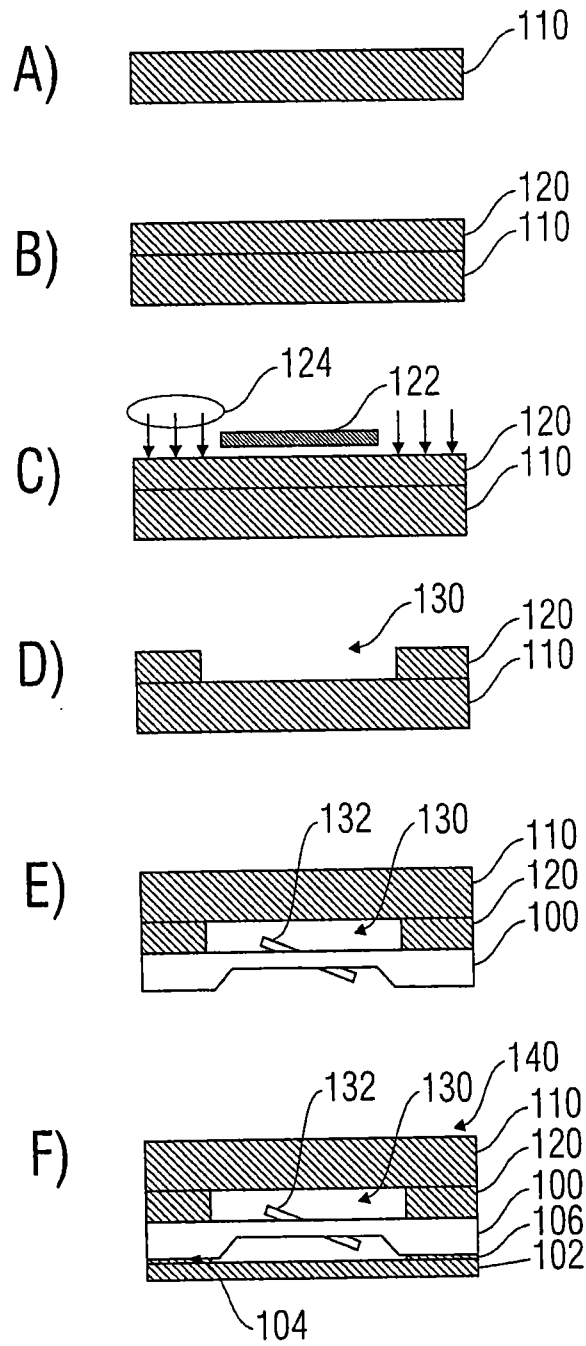


图 1

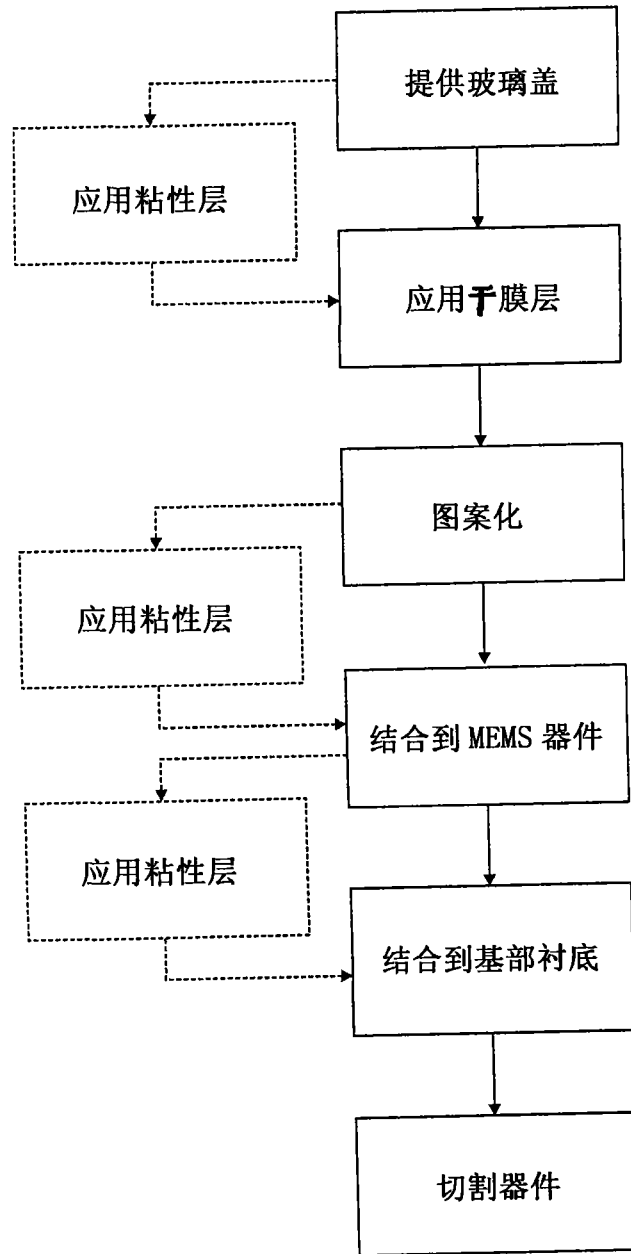


图 2

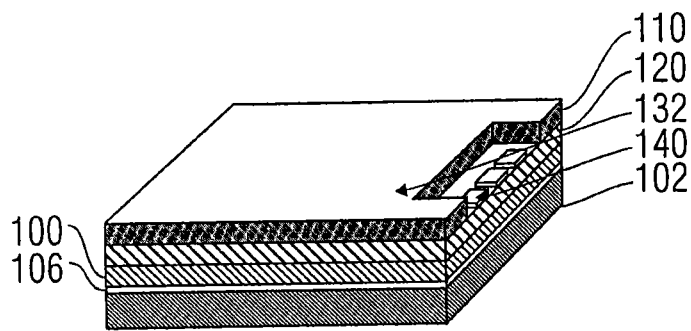


图 3