

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/48

H01L 21/60



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00136449.9

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1199250C

[22] 申请日 2000.12.22 [21] 申请号 00136449.9

[30] 优先权

[32] 1999.12.22 [33] US [31] 09/469749

[71] 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 R·J·赛尔 K·M·杜罗切尔

J·W·罗斯 L·R·杜格拉斯

审查员 闫立刚

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

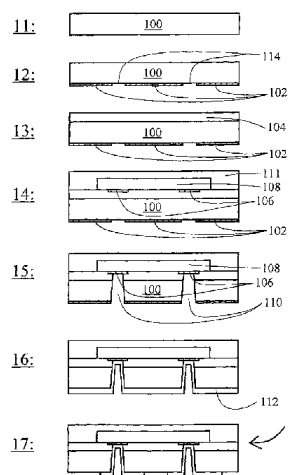
代理人 马铁良 王忠忠

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称 对准管芯与柔性基板上的通孔掩模层的装置和方法

[57] 摘要

本发明介绍了一种精确对准管芯与例如聚酰亚胺等柔性基板上的互连金属的方法和工艺过程。用于通孔形成的掩模首先构图于柔性基板的下表面上的金属层上。然后在柔性基板上侧施加例如管芯贴装粘合剂等的管芯贴装装置。高精度局部自适应对准管芯上键合焊盘与柔性基板上的构图金属通孔掩模。然后,通过等离子刻蚀或准分子激光烧蚀,穿过柔性基板上的现有对准金属掩模,形成向下到达管芯键合焊盘的通孔,然后淀积互连金属,并构图和腐蚀。



ISSN 1008-4274

1. 一种对准(302)管芯(108)与柔性基板(100)上的通孔掩模层(102)形成至少一个电子芯片封装(1)的方法,包括以下步骤:

5 在所说柔性基板(100)的下表面上在所说通孔掩模层(102)中构图(12)用于形成通孔的掩模;及

自适应对准(302)至少一个所说管芯(108)的至少一个键合焊盘(106)与所说通孔掩模层(102)的至少一个局部基准(114)。

2. 根据权利要求1的方法,所说局部基准(114)包括下通孔开口。

3. 根据权利要求1的方法,还包括以下步骤:

将所说至少一个键合焊盘(106)贴装(13, 14, 104)到所说柔性基板(100)的上表面上。

4. 根据权利要求3的方法,所说局部基准(114)包括下通孔开口,还包括以下步骤:

在所说下通孔开口处开出(15)从所说柔性基板(100)的所说下表面到所说键合焊盘(106)的通孔(110)。

5. 根据权利要求4的方法,还包括以下步骤:

在所说柔性基板(100)的所说下表面上,淀积(16)、构图和腐蚀(17)互连金属(112)。

6. 根据权利要求4的方法,开出(15)所说通孔(110)的所说步骤还包括准分子激光烧蚀所说通孔(110)的步骤。

7. 根据权利要求4的方法,开出(15)所说通孔(110)的所说步骤还包括等离子刻蚀所说通孔(110)的步骤。

8. 根据权利要求1的方法,自适应对准(302)所说键合焊盘(106)与所说局部基准(114)的所说步骤还包括以下步骤:

利用第一摄像机(500)定位所说局部基准(114);

利用第二摄像机(600)定位所说键合焊盘(106);及

30 根据由所说第一摄像机(500)定位的所说局部基准(114)的位置和所说第二摄像机(600)定位的所说键合焊盘(106)的位置,利用控制系统(502)和操纵器(508, 608),使相互自适应对准(302)所说键合焊盘(106)和所说局部基准(114)。

9. 用于对准(302)管芯(108)与柔性基板(100)上的通孔掩模层(102)从而制造至少一个电子芯片封装(1)的设备,包括:

35 用于在所说柔性基板(100)的下表面上在所说通孔掩模层(102)

中构图(12)用于形成通孔的掩模的装置;及

用于自适应对准(302)至少一个所说管芯(108)的至少一个键合焊盘(106)与所说通孔掩模层(102)的至少一个局部基准(114)的装置。

- 5 10. 根据权利要求9的设备, 所说局部基准(114)包括下通孔开口, 所说设备还包括: 用于在所说下通孔开口处开出(15)从所说柔性基板(100)的所说下表面到所说键合焊盘(106)的通孔(110)的装置。

- 10 11. 根据权利要求9的设备, 其中所说用于自适应对准(302)所说键合焊盘(106)与所说局部基准(114)的装置包括,

用于利用定位所说通孔掩模层(102)的所说局部基准(114)的第一摄像机(500)定位所说局部基准(114)的装置;

用于利用定位所说管芯(108)的所说键合焊盘(106)的第二摄像机(600)定位所说键合焊盘(106)的装置; 及

- 15 控制系统(502)和操纵器(508, 608), 用于根据由所说第一摄像机(500)定位的所说局部基准(114)的位置和所说第二摄像机(600)定位的所说键合焊盘(106)的位置, 相互自适应对准(302)所说键合焊盘(106)和所说局部基准(114)。

- 20 12. 根据权利要求11的设备, 所说局部基准包括下通孔开口, 所述设备还包括用于在所说下通孔开口处开出从所说柔性基板的所说下表面到所说键合焊盘的通孔的装置。

对准管芯与柔性基板上的通孔掩模层的装置和方法

5 技术领域

本发明一般涉及管芯装配领域，特别涉及在管芯装配在例如聚酰亚胺等柔性基板上时提高精度。

背景技术

10 用于管芯装配的自适应光刻技术包括测量特定预先存在的结构（例如管芯键合焊盘或已有金属层上的基准标记）的未对准，并修改金属线和通孔的布设，以对应于这些未对准。如果人们是采用常规光刻设备，这类似于制造用于对每个特定部件曝光的原图的每层的定制掩模。虚拟掩模的使用（即，从计算机存储器直接写到部件上的掩模）和原图的自动定型可以防止成本过高。

15 但是，这种方法仍存在缺点。资金投入高，需要使互连原图定型自动化以便允许管芯的对不准和布线的前几层变形的定制设备。在再布线时，必须遵循最小线宽和间距的设计规则，每个原图对它要表示的部件来说是唯一的，这时需要进行大量计算。最后，最重要的是，目前实行的这种程序仍保持了高劳动力投入。每个管芯不良对准和柔
20 性基板变形的精确测量尚未充分自动化。已开发了一些技术，能够产生柔性变形，并减少测量数，可采用定制“元件映射系统（CMS）”减少取得精确定制用于每个独特部件的原图需要的数据所需要的工时数。但设置、判断（补充/补偿 CMS 的自动观察系统）和跟踪仍需要大量操作者介入，以确保正确原图对每个相应部件曝光。

25 在一种形式的高密度互连（HDI）电路组件中，在可以在芯片井中支撑集成电路芯片的衬底上，施加粘性涂敷的聚合物膜叠层。然后形成通孔开口，从而暴露集成电路芯片的芯片焊盘。聚合物膜提供在其上通过通孔淀积用于衬底金属化和/或各电路芯片的互连的金属化图形的绝缘层。在 Eichelberger 等人的美国专利 4783695
30 和 Eichelberger 等人的美国专利 4933042 中进一步介绍了利用这些叠层进行 HDI 工艺的方法。一般采用多个聚合物膜叠层和金属化图形。

按电路组件制造的另一种形式（这里称为柔性基板上芯片），如通常已知的 Cole 等人的美国专利 5527741 所述，制造电路组件的方法包括利用具有金属化基底绝缘层和外绝缘层的柔性互连层。至少一个具有芯片盘的电路芯片贴装到底绝缘层上，通孔形成于外和底绝缘层中，以暴露底绝缘层金属化和芯片焊盘的所选择部分。可以围绕贴装的芯片模制基板。构图的外金属化层施加于外绝缘层上，延伸通过选择的通孔，以便互连选择的芯片焊盘与底绝缘金属化的选择部分。

按例如上述 Cole 等人在美国专利 5527741 中公开的标准柔性基板上芯片工艺，管芯通过与构图于一般安置在组件布局外围的金属中的“全局”基准的内插对准安置于例如聚酰亚胺等柔性基板上。在 25μ 的目标范围内的管芯设置精度具有 1.79σ 的 Z_{st} （见图 6），其中 Z_{st} 定义为“短期 σ (short term sigma)”。 Z_{st} 是缺陷（这种情况下为管芯的未对准）多少时间可能出现一次的统计测量值。 σ 值越高，工艺越不容易产生缺陷。结果，柔性金属互连通过通孔与管芯焊盘的对准一般采用例如 Eichelberger 等人的美国专利 4835704 中介绍的“自适应光刻技术”完成。自适应光刻技术是一种可以通过形成用于激光钻蚀的通孔和随后互连金属图形的位置的“定制”直接写原图，可以调节管芯安置误差的方法。尽管这种工艺不错，但需要昂贵且较难维护的定制设备。还需要非常大的数据文件，存储用于每个被处理组件的独特原图。所得“自适应”原图也限制了管芯附近互连布局的设计规则。随着管芯尺寸和管芯键合焊盘尺寸的缩小，这一点变得越来越重要。估计到 2007 年，管芯键合焊盘尺寸将缩小到 40μ ，间距为 55μ 。利用自适应光刻技术的互连布线将变得非常困难。

授予 E. W. Balch 等人的美国专利 No. 6284564，题为“HDI Chip Attachment Method for Reduced Processing”系列号为 [ATTORNEY DOCKET NUMBER RD-MM25449] 的申请中公开了一种穿过涂有粘合剂的柔性基板预钻通孔的工艺。然后管芯与预钻出的通孔对准，并安置于粘合剂上。该方法严重依赖于管芯贴装粘合剂的流动特性。为提供无空洞贴装，用于柔性基板上芯片的最佳管芯贴装粘合剂固化期间流动。利用该方法，在固化过程期间，粘合剂也会流入预钻出的通孔中，并无法去掉。如果通孔不通，就无法实现与管芯焊盘的

接触。在聚酰亚胺中预钻出的通孔也不是管芯安置对准的最佳结构。

另外，避免尖锐的通孔拐角一般有利于提高可靠性，减少应力，并允许更有效的互连布线设计。

- 5 所以，希望提供利用市售设备对准管芯与柔性基板上互连金属的替代方法，避免采用自适应光刻技术和昂贵专用设备。这样做有利的是能够允许未来一代管芯需要的多芯片组件（MCM）互连布线。

- 10 还希望提供一种形成非矩形通孔的方法，允许由金属图形和腐蚀技术确定的通孔形状改变。例如圆形通孔可以提高可靠性，是由于圆形通孔没有应力点，允许更有效的互连布线设计。

还希望能够去除 MMIC 或 MEMS 管芯表面上的介质材料，提高大面积而不仅是小通孔的电性能或机械作用。

还希望能够利用任何不同方法（例如 RIE（反应离子刻蚀）、等离子刻蚀、准分子激光烧蚀）形成到达键合焊盘的通孔。

- 15 发明内容

- 20 根据本发明的一个方面，一种对准管芯与柔性基板上的通孔掩模层形成至少一个电子芯片封装的方法，包括以下步骤：在所说柔性基板的下表面上在所说通孔掩模层中构图用于形成通孔的掩模；及自适应对准至少一个所说管芯的至少一个键合焊盘与所说通孔掩模层的至少一个局部基准。

- 25 根据本发明的另一个方面，用于对准管芯与柔性基板上的通孔掩模层从而制造至少一个电子芯片封装的设备，包括：用于在所说柔性基板的下表面上在所说通孔掩模层中构图用于形成通孔的掩模的装置；及用于自适应对准至少一个所说管芯的至少一个键合焊盘与所说通孔掩模层的至少一个局部基准的装置。

- 30 简言之，根据本发明的一个实施例，一种对准管芯与柔性基板上的互连金属，从而制成至少一个电子芯片封装的方法包括：构图用于在所说柔性基板的下表面上通孔掩模层中形成通孔的掩模；适当地对准至少一个管芯的至少一个键合焊盘与通孔掩模层的局部基准。

该工艺的结果是，不必利用“自适应光刻技术”为每个管芯误安置定制柔性金属原图。管芯根据互连原图的局部情况而不是适用于配合管芯的在先安置的互连原图。可采用低成本的市售光刻设备进行加

工,减少贵重设备和加工成本。该方法可与将具有 40 μ m 键合焊盘的下一代管芯的投影设计 (projected designs) 兼容。

附图说明

相信新颖的本发明特征记载于所附加的权利要求中。然而,参考
5 以下结合附图的介绍可以最好地理解本发明及其目的和优点,附图中:

图 1 含有展示根据本发明实施例的管芯与柔性基板上的互连金属对准工艺的各步骤的系列平面图。

图 2 是展示管芯和其管芯键合焊盘与构图于柔性基板的金属掩模
10 层中的下通孔开口的希望对准的平面图。

图 3 是展示如何采用镜头向下的摄像机精确对准将与管芯键合焊盘对准的下通孔开口的混合平面示意图。

图 4 是展示如何采用镜头向上的摄像机精确对准将与图 3 中精确对准的下通孔开口的管芯键合焊盘的位置的混合平面示意图。

15 图 5 是展示图 4 和 5 的过程后如何对准管芯键合焊盘并压下与下通孔开口对准的混合平面示意图。

图 6 是现有技术方法得到的管芯安置精度的曲线图。

图 7 是利用本发明的实验得到的管芯安置精度提高的曲线图。

具体实施方式

20 参见图 1,该图从上到下示出了根据本发明一个实施例的管芯对准工艺,在步骤 11,从准备例如聚酰亚胺等柔性基板 100 开始,首先在柔性基板 100 的下表面上淀积用于形成通孔的掩模,并在金属通孔掩模层 102 上构图(步骤 12)。重要的是,图形引入了与将安置于框架上的每个管芯上的结构精确对应的局部基准结构。具体说,例如管芯
25 下降位置等局部基准 114 直接构图到通孔掩模层 102 中。管芯安置后,不必利用自适应光刻技术修正通孔掩模层 102,是由于通孔掩模层是随后所有管芯安置和互连图形依据的基准。

然后在柔性基板 100 的上侧施加如管芯粘合剂的管芯贴装装置 104 (步骤 13)。利用新颖且有创造性的“自适应管芯安置”设备和
30 方法,管芯 108 上的键合焊盘 106 与构图于金属通孔掩模层 102 上的局部基准 114 局部对准,并以高精度贴装(利用管芯贴装装置例如粘合剂 104)到柔性基板 100 上(步骤 14)。以下将结合图 2-5

详细说明这里所公开的自适应管芯安置。此时，例如可以按与上述美国专利 5527741 中介绍的类似方式，任意地由材料 111 包封组件。

然后，利用例如等离子体腐蚀或准分子激光烧蚀等不同方法，通过柔性基板 100 上现有的已对准金属通孔掩模层 102，形成（开出）向下到达管芯键合焊盘 106 的通孔 110（步骤 15）。实际上，采用用于自适应管芯设置的通孔掩模层 102 的好处是能使许多技术用于通孔的形成。

最后，淀积互连金属 112（步骤 16），并构图和腐蚀（步骤 17）。于是在步骤 17 后得到完整芯片规模封装或多芯片组件 1。

10 尽管图 1 中的各步骤都示出为具有相同的取向，但典型的步骤 12 和 15-17 更容易通过将结构倒置来进行。此外，术语“上”和“下”只用于示例的目的。

图 2 至 5 更具体地示出了导致步骤 14 的结构的自适应管芯安置情况。一般说，管芯安置对不准的主要原因有三个。用于管芯安置的框架的制备会导致框架上柔性基板 100 的变形。框架在管芯贴装工作站的安置的偏差，会引起整个框架的平移和旋转误差。其工作区上的自动运动的校准或内插误差会引起管芯相对于自动运动插入其间的基准的误放。

利用自适应管芯安置，调节这些误差，会导致步骤 14 的结构。具体说，如图 2 所示，希望实现管芯 108 的一对被选择管芯键合焊盘 106，与例如直接构图于通孔掩模层 102 中所图示的下通孔开口的一对相应被选择局部基准 114 间的精确对准 302。

为实现这个目标，管芯 108 的有源表面向下放置。镜头向下的摄像机聚焦在框架上的基准结构上。可视识别系统按三层体系确定框架上基准结构的位置：“全局”基准、“组件”基准、和“局部”基准。所有这些基准都在步骤 12 形成，作为通孔掩模层 102 的主要部分。全局基准是能够使系统补偿整个框架的严重对不准或旋转的粗糙结构。具有低放大倍数的第一镜头向下摄像机移动到一对标准化的坐标，并将全局基准调到其视场内。这两个全局基准建立框架的位置和旋转。具有较大放大倍数的第二镜头向下摄像机 500 定位在每对组件基准的坐标之上。利用该较高放大倍数摄像机获取每对组件基准部分地修正框架上柔性图形的变形。加之这些基准形成为通孔掩模层 102 构图的

一部分，上述两个对准步骤是制造柔性基板上芯片组件时采用的标准现有技术。

此时，采用附加的新颖和创造性的对准步骤。在用于要安置的每个管芯的通孔掩模层 102 的局部基准 114 之上，安置高放大倍数镜头
5 向下摄像机 500，观察系统获取这些局部基准 114 结构中每一个的位置（见图 3）。该步骤的优点在于，根据组件基准的每个管芯安置点的计算插入，由对应于该管芯安置的局部基准 114 结构的实际位置代替。这样的例子是具有例如下通孔开口的开口作为对应于（302）管芯 108 上管芯键合焊盘 106 的希望安置位置的局部基准 114 的金属区。
10 与两个或多个这样开口的对准允许比通过远距离基准进行插入能更精确地安置管芯。消除了校准误差、柔性膜的局部变形和其它微小误差源。然后管芯由真空端操纵装置 610 “拾取”，并带到镜头向上摄像机 600 之上（见图 4）。镜头向上摄像机 600 具有大致与获取局部基准的高倍镜头向下摄像机 500 相同的倍数。捕捉管芯 108 上与柔性基板 100
15 上例如下通孔开口的获取的局部基准 114 结构对应的键合焊盘 106 的位置。这样精确地确定管芯 108 和管芯键合焊盘 106 相对于真空端操纵装置 610 的位置和旋转取向。于是管芯 108 被平移和旋转，以便与柔性基板 100 上所希望的位置匹配，并压到柔性基板 100 上的管芯贴装装置 104 上。

20 具体说，如图 3 所具体展示的，镜头向下的摄像机 500 从与之相连的光源发射光 510 向下通过管芯贴装装置 104 和柔性基板 100，这些部件都被照明。打到金属通孔掩模层 102 上的光线反射回镜头向下的摄像机 500，同时指向下通孔开口处的局部基准 114 的光穿过柔性基板 100，没有被反射回去，所以能使镜头向下的摄像机 500 探测到下通
25 孔开口。如图所示，控制系统 502 从镜头向下的摄像机 500 接收（506）观察识别数据，确定和记录垂直于光路 510 的平面内下通孔开口的精确位置和角度取向，如局部基准 114 所标记的。另外，需要着重指出的是，在优选实施例中，局部基准 114 是下通孔开口，它们直接构图于金属通孔掩模层 102 中。用于彼此相对地精确移动和角取向，镜头
30 向下摄像机 500 和柔性基板 100 的调节器 504 由控制系统 502 控制（508）。调节器 504 一般采用所属领域已知的数字控制自动移动技术。在优选实施例中，柔性基板 100 占据固定位置，镜头向下的摄像机 500

相对它移动。然而，应理解，本发明的另一实施例实际可按绝对运动的方式移动镜头向下的摄像机 500 和柔性基板 100 中的一个或两个，以实现两者间的相对运动，实现这种相对运动的数值偏差对于所属领域普通技术人员来说是显然的，应认为在本公开及其相关的权利要求的范围内。

此时，采用合适坐标识别下通孔开口（局部基准 114）并记录在控制系统 502 中，这时在柔性基板 100 上什么地方应安置管芯键合焊盘 106 ——一旦根据经验安置 —— 是已知的。图 4 示出了实际上如何利用镜头向上的摄像机 600 根据经验设置管芯键合焊盘 106。真空端操纵装置 610 或合适的替代品或等效装置拾取带有管芯键合焊盘 106 的管芯 108。另外，用于以彼此相对应的方式精确移动和角取向真空端操纵装置 610 和镜头向上的摄像机 600 的另一调节器 604 也由控制系统 502 控制（608）。另一调节器 604 一般采用自动移动技术，这里与先前对调节器 504 提到的相同的考虑同样适用。镜头向上的摄像机 600 也从与之相连的光源发射光 610。管芯键合焊盘 106 反射的光，于是用于探测管芯键合焊盘 106 相对于真空端操纵装置 610 的位置和取向的位置和角取向。结果，控制系统 502 具有精确对准下通孔开口（局部基准 114）与管芯键合焊盘 106 需要的所有信息，再参见图 2。

于是，如图 5 所示，控制系统 502 采用镜头向下和向上的摄像机 500 和 600 预先获得的信息，利用实现操纵 508 和 608 的数字控制自动运动技术，操纵（即移动）（508，608）管芯键合焊盘 106 使之与柔性基板 100 上的通孔向下开口对准。然后管芯键合焊盘 106 与柔性基板 100 压在一起，具体说压到管芯贴装装置 104 上，以完成自适应管芯安置。包封 111（任意的）后，所得结构是图 1 中步骤 14 的结构，

这便是对于非自适应管芯贴装技术的改进，其中管芯相对于金属原图上的“基准”定位，并从该位置前进某一 X 和 Y 距离，到达管芯将要安置于柔性基板上的位置。如果前进阶段未校准，或如果柔性基板以任何方式变形，则管芯将误放。本发明还对以上讨论的自适应光刻技术进行了改进，能够通过映射误放的管芯键合焊盘的位置并激光钻蚀到达该位置的通孔修正误放。自适应光刻技术中，金属互连也调节到对准该通孔，因此每个原图是不同的。

如图 1-5 所示,在柔性膜上形成管芯特定对准结构的工艺包括这些所公开和应理解的自适应管芯安置技术,该工艺包括在柔性基板 100 的下表面上淀积并构图金属孔掩模层 102,并相对于这些结构对准和安置管芯。应注意,不一定是自适应光刻技术,实际上不采用自适应光刻技术是本发明的有利之处。另外,与互连图形相对于管芯安置被修正相反,管芯相对于互连图形安置。

在上述实施例中,管芯对准结构由带有实际上像管芯键合焊盘 106 的下通孔开口一样成对的局部基准 114 的连续金属区(通孔掩模层 102)构成,可以实现第二新颖的且具创造性的工艺。按常规钻孔工艺,利用 351 纳米的氦离子激光器,按一系列工艺,钻出通过柔性膜到达管芯键合焊盘的通孔,特别是在完成引入大管脚数器件的组件时,这种工艺通常耗时。如上所述,该步骤由于要与每个管芯对准并记载其位置的需要而进一步复杂化。相反,利用上述自适应管芯安置的金属区建立的相同组件已具有集成到柔性基板 100 下表面上的保形掩模(通孔掩模层 102)。该掩模可用于利用任何方法(例如 RIE,等离子刻蚀,准分子激光烧蚀)形成到达管芯键合焊盘的所有通孔(步骤 15)。这些方法都是并行的方法,所以形成通孔需要的时间不取决于组件上的通孔数。简言之,能够在不用以后由自适应光刻技术补偿的这些安置的条件下安置管芯 108 的相同通孔掩模 102,也可以提供能够利用包括在其它情况下不能采用的——并行方法——的许多方法形成通孔 110 的保形掩模。

通孔钻蚀步骤后自适应光刻技术述的需要只取决于柔性变形,是由于管芯和通孔相对于柔性基板上预先存在的对准图形设置。

采用局部对准结构以便在柔性表面上精确设置管芯的优点在于,通过对准用于随后通孔形成步骤的保形通孔掩模层,确保了以下条件下通孔与焊盘的精确对准:(1)不需要附加对准/自适应重复,(2)不需要连续的激光通孔钻蚀操作,(3)与管芯贴装粘合剂的流动性无关。这里公开的保形对准层(通孔掩模层 102)克服了早先提到的许多现有局限。

在转换到实际的实验中,在两侧上金属化 KAPTON[®]聚酰亚胺(KAPTON[®]是 DuPont Co. 的商标)柔性基板(0.5 密耳厚)(顶层为厚 120 埃的 Ti/下层为厚 4.3 微米的 Brite Cu),构图并腐蚀。顶(管

芯)侧构图为具有互连测试图形,上侧构图为具有通孔开口。金属腐蚀后,加管芯贴装粘合剂。然后利用自适应管芯安置与构图的金属通孔开口对准贴装管芯。对准的精度示于图6。自适应管芯安置可以在25微米的目标范围内, $Z_{st} = 5.98\sigma$,对图7所示的非自适应方法的 $Z_{st} = 1.79\sigma$ 有明显改进。

安置后,固化管芯贴装粘合剂。然后利用两种方法准分子激光烧蚀(248纳米KrFI准分子激光器130mJ,300reps)和反应离子刻蚀(36 sccm CF₄/4 sccm O₂,155mtorr,500W),通过已对准的金属通孔掩模中的开口开出通孔。

10 利用反应离子刻蚀开出的通孔比准分子激光烧蚀开出的通孔大,是由于采用RIE条件下会发生横向刻蚀。可以是各更明显的向异性刻蚀,除其它好处外,有助于避免尖锐的通孔拐角。

应理解,尽管如所示出和介绍的,本发明的优选实施例采用了相对于柔性基板100和管芯108的特定取向的镜头向下和向上的摄像机500和600,但尽管不是优选的,相反的实施例或其它取向的实施例都在本公开及其有关权利要求书的范围内。所以,镜头向下的摄像机500构成优选取向向下的第一摄像机500,但在其它实施例中,也可以具有不同取向,而镜头向上的摄像机600构成优选取向向上的第二摄像机,但其它实施例中也可以有不同取向。

20 尽管只展示和介绍了本发明的某些优选结构,对所属领域的技术人员来说,可以做出许多修正,改进和替代。因此,应理解,所附权利要求意在覆盖落在本发明精神范围内的所有改进和变化。

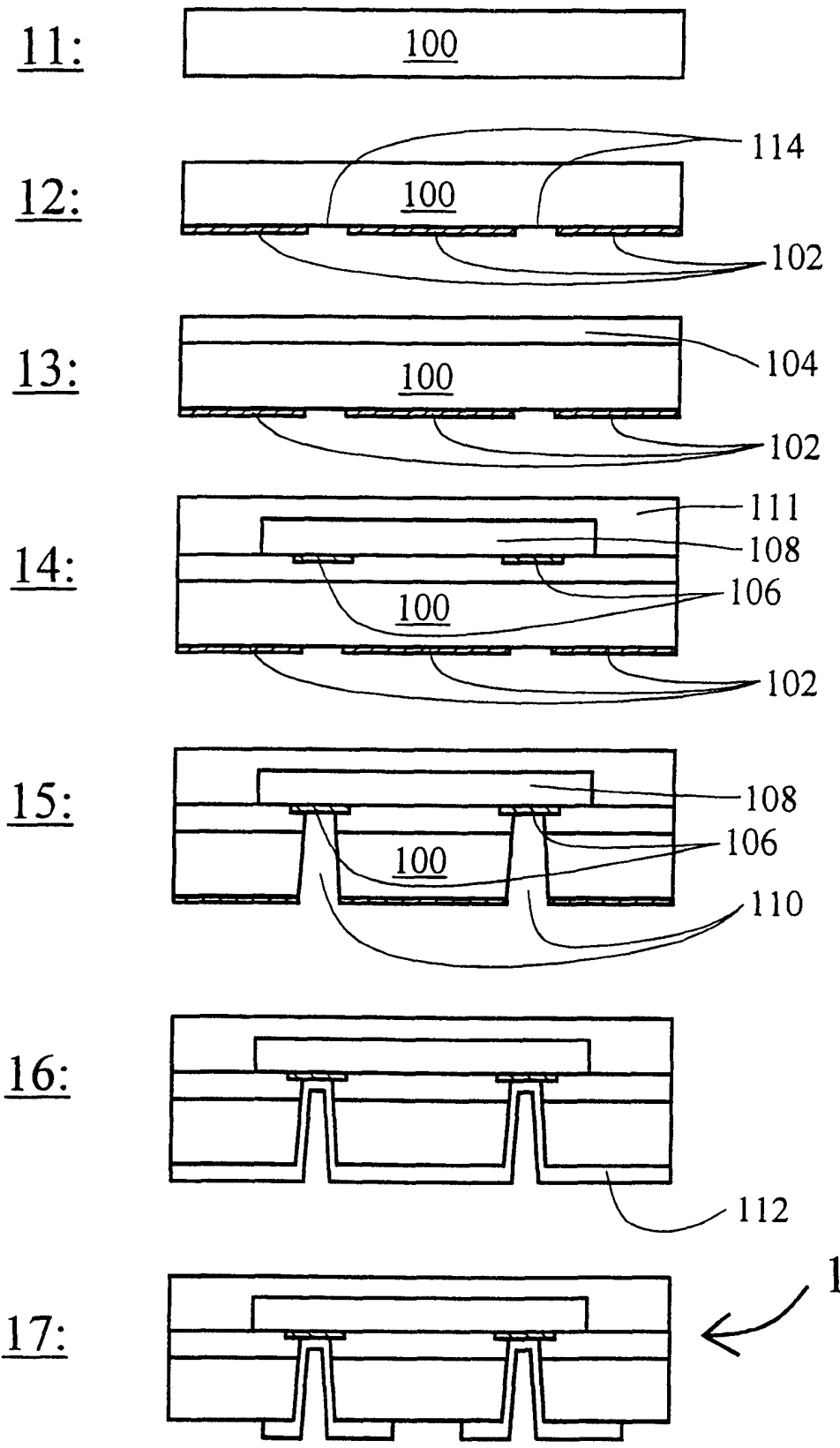


图 1

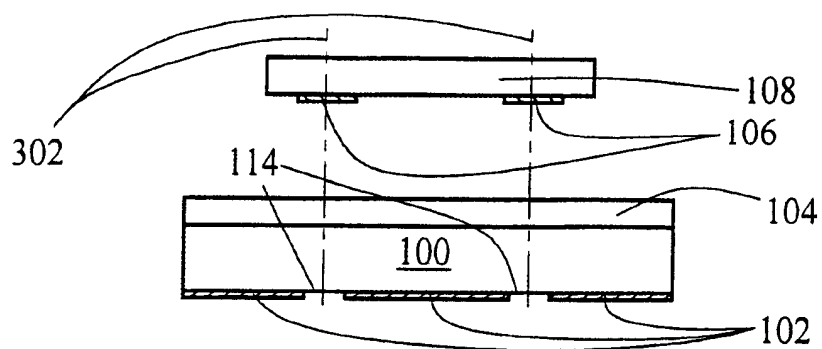


图 2

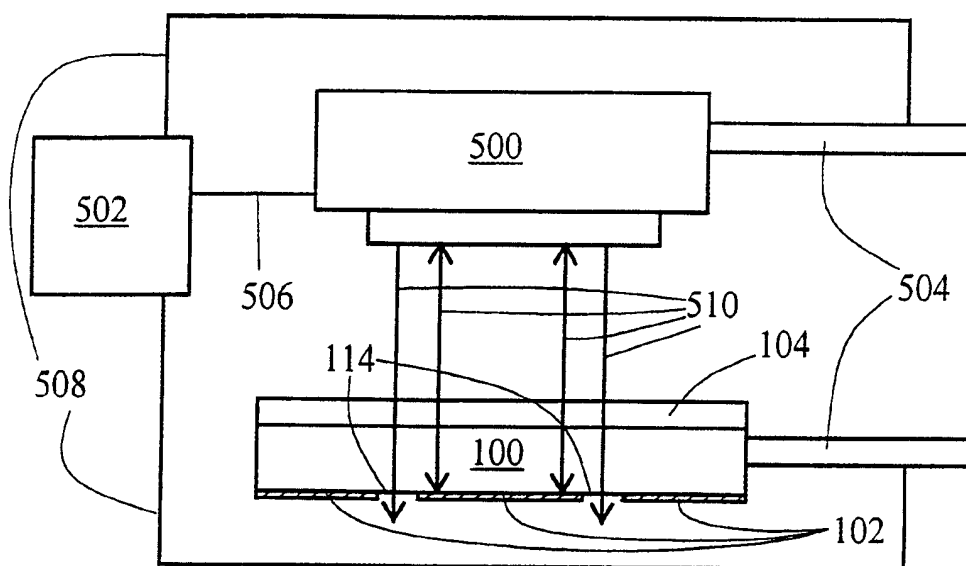


图 3

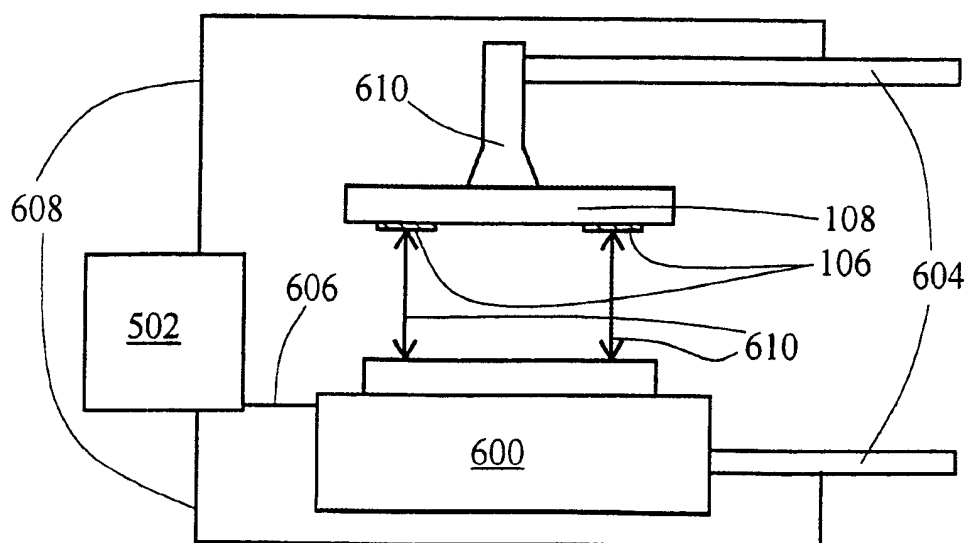


图 4

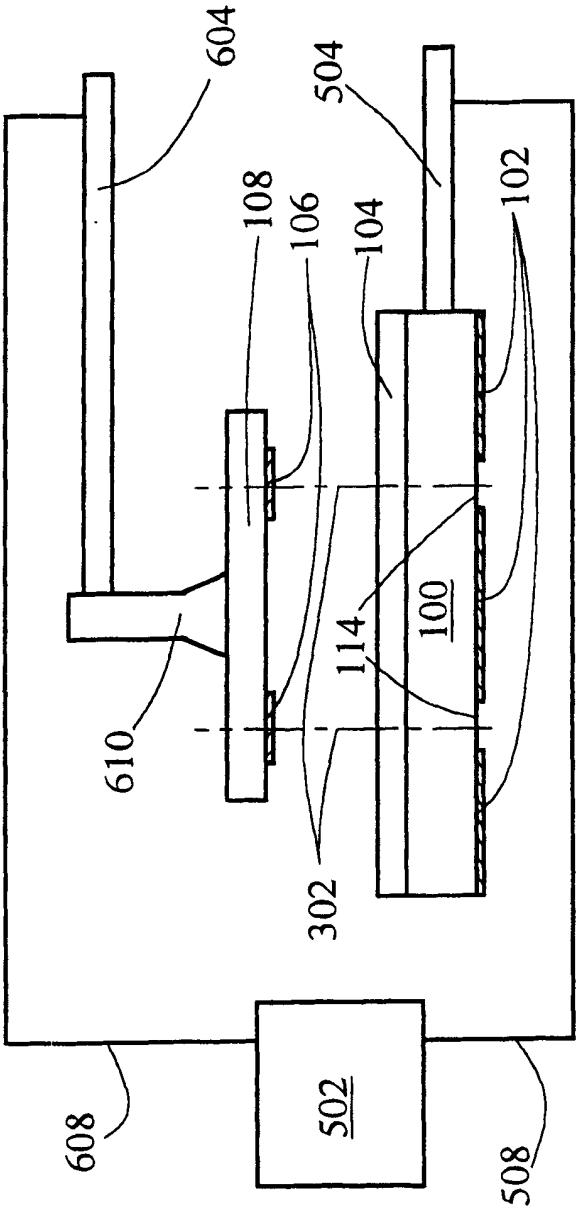


图 5

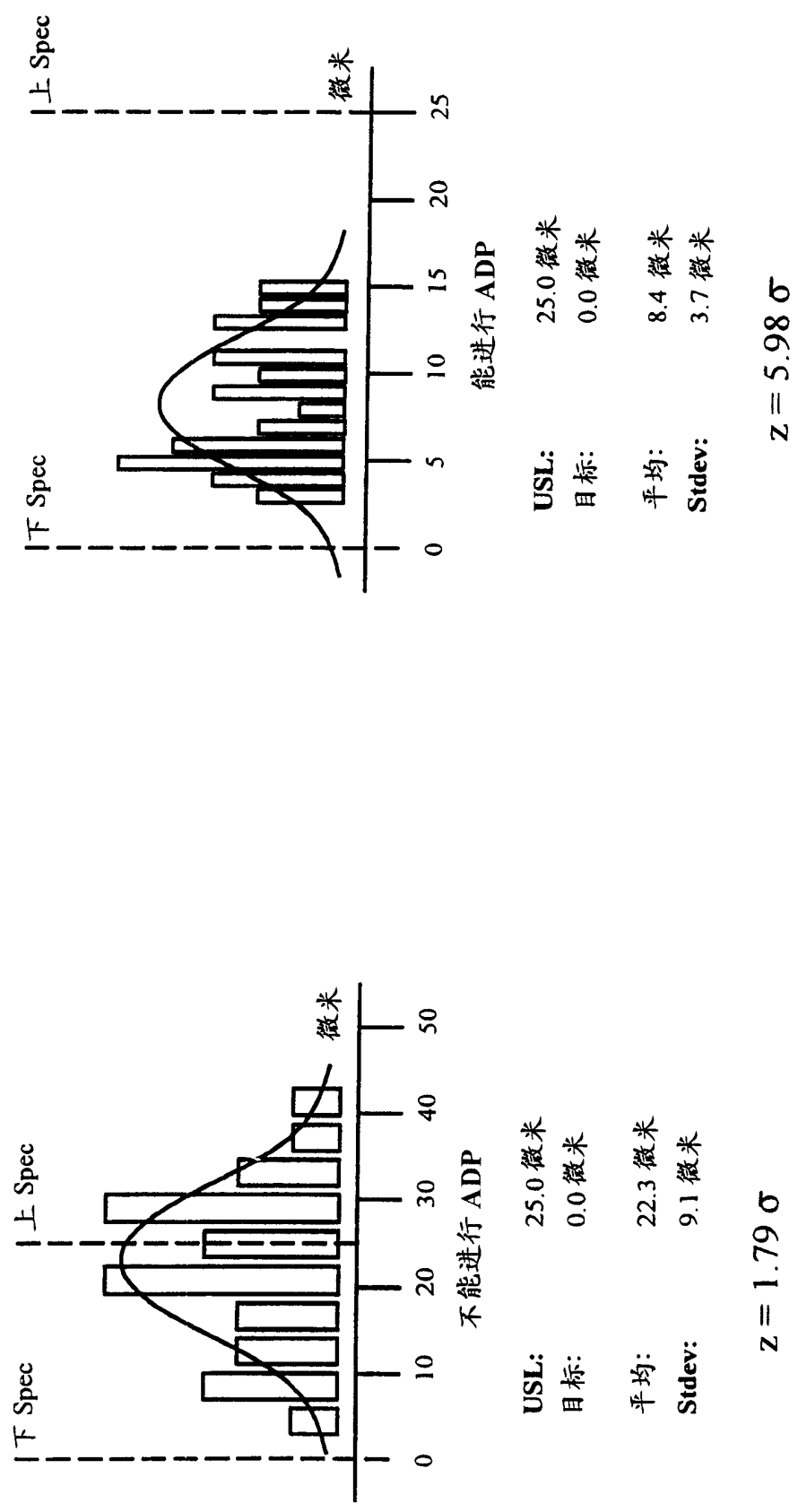


图 6

图 7