



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1997482 B

(45) 授权公告日 2011. 01. 05

(21) 申请号 200580019239. 2

(22) 申请日 2005. 07. 29

(30) 优先权数据

102004040068. 7 2004. 08. 18 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 12. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2005/053716 2005. 07. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02006/018372 DE 2006. 02. 23

(73) 专利权人 日立比亚机械股份有限公司

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 T·普里尔 U·梅特卡

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 谢志刚

(51) Int. Cl.

H05K 3/00 (2006. 01)

B23K 26/38 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5593606 A, 1997. 01. 14, 说明书第 5 栏第 31-45 行、第 4 栏第 51-67 行、第 3 栏第 26 行至第 4 栏第 49 行、附图 1-4.

审查员 陈翔

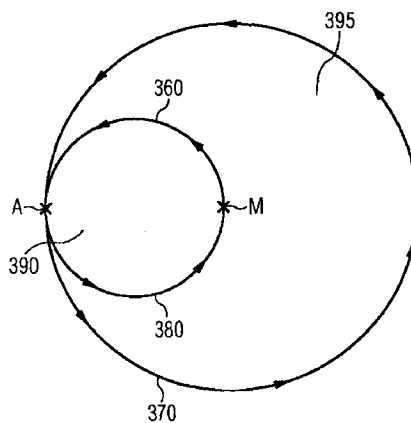
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于多层结构的工件激光钻孔的方法

(57) 摘要

用于在多层结构工件上激光钻孔的方法。本发明提供用于在一多层结构工件 (150, 250) 上激光钻出一穿孔 (153, 253) 方法, 其中借助第一激光输出 (111) 在要钻的穿孔 (153, 253) 的横截面面积的一部分区域 (390) 内将第一层 (152, 252) 去除, 从而在所述横截面面积内保留第一层 (152, 252) 的一部分。借助第二激光输出, 在要钻的穿孔 (153, 253) 的整个横截面面积 (395) 内, 将第二层 (151, 251) 去除, 其中在第二层 (151, 251) 去除时, 同时将第一层 (152, 252) 的保留部分去除。第一层 (152, 252) 沿一确定的界线 (370) 的干净的材料去除通过沿穿孔边缘的部分的材料移除实现。优选地为了去除第一金属层 (152, 252), 使用一紫外线激光光束 (111), 为了去除第二介电层 (151, 251), 使用一红外线激光光束。



1. 用于在多层结构的工件上激光钻出一具有预先规定的横截面面积的穿孔 (153, 253) 方法, 该工件具有一个第一金属层和一个第二金属层, 并具有一设置在第一金属层和第二金属层之间的介电层 (151, 251), 其特征在于:

借助第一激光输出 (111), 在要钻的穿孔 (153、253) 的横截面面积的一部分区域 (390) 内将第一金属层 (152、252) 移除, 其中在所述横截面面积内保留第一金属层 (152、252) 的一部分,

借助第一激光输出, 沿所述横截面面积的边缘 (370) 将第一金属层的材料额外地去除, 从而在第一金属层中, 沿要钻的穿孔边缘能够形成一沟槽,

第一金属层的部分区域 (390) 位于穿孔中心 (M) 和穿孔边缘 (A) 之间;

第一激光输出包括一在紫外线光谱范围内的激光光束 (111); 借助第二激光输出, 在要钻的穿孔 (153、253) 的整个横截面面积 (395) 内将介电层 (151、251) 去除, 其中在去除介电层 (151、251) 时, 同时将第一金属层 (152、252) 的保留部分移除;

第二激光输出具有在红外线光谱范围内的激光光束。

用于多层结构的工件激光钻孔的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在多层结构的工件上特别是在一多层结构的电路基片上激光钻出一具有预先规定的横截面面积的穿孔方法,该基片具有一个第一金属层和至少一个第二金属层,并相应地具有一个设置在两金属层之间的介电层。

背景技术

[0002] 在过去几年中,借助激光光束的材料加工由于激光技术的迅速发展变得越来越重要。在电子制造领域内,由于元件的不断小型化,对印刷电路板或基片以及电子元件的激光加工变成一种不可缺少的工具,以便尽可能紧凑地组装电子组件。其中,借助激光光束,在多层基片上钻出穿孔,其中,所述穿孔的直径与用传统的机械钻孔方法钻出的穿孔直径相比明显更小。在这样的前提下,与基片相应的激光光束的激光功率精确地已知,不仅能够钻出通孔而且还能钻出盲孔。例如,能够在多层印刷电路板上钻出盲孔,其中多个金属层通过介电的中间层不导电地彼此分离。通过接着对一盲孔的进行金属化,特定的金属层能够彼此触点接通。以这种方式,电子电路不仅能够二维地、而且能够三维地构成,与仅仅具有一金属层或两个金属层的基片相比,电子组件的集成密度明显提高。

[0003] 在一多层印刷电路板上钻出穿孔的一个问题在于,对金属和介电层的去除特性差别巨大,使得一有效的钻孔过程无法仅仅凭借具有特定激光参数的唯一的激光光束完成。

[0004] 从EP 1 169 893 B1中已知一种用于穿过触点接通的穿孔插入一在两侧设有金属层的电绝缘基本材料的方法。其中,在要钻的穿孔区域内,通常由铜组成的金属外层借助于一化学腐蚀过程被去移除。接着,借助一在红外线光谱范围内发射的CO₂激光在介电的基本材料上钻出穿孔。

[0005] 对于多层基片的激光钻孔还已知纯激光钻孔方法,该激光钻孔方法在避免一湿化学的腐蚀过程中使在电子的电路基片上确定地钻出微孔成为可能。已知的是,金属层对于红外线(IR)辐射具有较高的反射性,使得借助一CO₂激光仅仅在一非常高的热负荷下能够对多层印刷电路板进行钻孔。出于这个原因,借助两个不同的过程步骤实现多层基片的纯激光钻孔。在一个过程步骤中,借助一在紫外线(UV)光谱范围内的激光光束将金属层局部地移除。在另一过程步骤中,借助于一红外线激光光束将介电中间层去除,该红外线激光光束通常由一CO₂激光器产生。出于这个原因,为了在多层基片上钻孔,经常使用所谓的组合激光加工机,该组合激光加工机具有两个不同的激光光源,一紫外线激光光源例如一个倍频的Nd:YAG激光器和一红外线激光光源特别是一CO₂激光器。

[0006] 由US5,126,532已知这样一种组合激光加工机,其具有一紫外线激光器和红外线激光器。由所述激光光源产生的两激光光束借助于可旋转支承的反射镜交替地转到要钻出穿孔的位置,从而首先可以通过紫外线激光光束去除金属层,并且然后通过红外线激光光束去除介电层。

[0007] 由于在紫外线光谱范围内发射的激光光源的输出功率通常不足以内凭借一个或多个激光脉冲将在全部穿孔横截面的金属层去除,一金属层的去除常常是借助于所谓的环

钻 (Trepanieren) 实现。其中在金属层上的激光光束聚焦在一直径上, 该直径与要钻的穿孔的直径相比明显更小。接着, 激光光束借助一由两个可移动支承的反射镜组成的偏转单元在一圆形轨道上沿着要钻的穿孔的边缘被引导, 使得金属层沿着该圆形线路去除。通常, 至少在多次完全的圆周贯穿之后, 由金属层产生的盖会自动弹出。或者, 环钻过程能够以不同的半径进行, 或者激光光束能够在一螺旋轨道上在要钻的穿孔横截面内被引导。对多层电子电路基片的纯激光钻孔的问题在于, 常见的紫外线激光光源的激光功率明显小于 CO₂ 激光光源的功率。这会导致, 对金属层的去除过程步骤明显慢于随后对介电层钻孔的过程步骤。由此, 金属层钻孔的速度便会决定整个钻孔过程的速度并且由此也决定产量, 就是说单位时间能够钻出的穿孔的最大数量。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于, 提供一种用于在多层结构工件上进行激光钻孔的方法, 该方法实现对金属层的快速钻孔、并由此在整体上实现一种较高的钻孔速度。

[0009] 该目的通过具有以下技术特征的方法实现, 即: 用于在多层结构的工件上激光钻出一具有预先规定的横截面面积的穿孔方法, 该工件具有一个第一金属层和至少一个第二金属层, 并分别具有一设置在两金属层之间的介电层, 借助第一激光输出, 仅仅在要钻的穿孔横截面面积的一部分区域内移除第一金属层, 使得在穿孔区域内, 保留第一金属层的一部分。借助第二激光输出, 在要钻的穿孔的全部横截面面积内, 将介电层被移除, 其中在去除介电层时也同时将第一金属层保留的部分移除。

[0010] 本发明基于这样的认识, 即使在不完全移除第一金属层时, 保留的部分在去除介电层时被自动移除。由于借助第一激光输出, 第一金属层仅仅被部分地移除, 所以, 与在全部穿孔区域内完全地移除第一金属层相比, 该步骤明显更快。由此, 如果由于两层材料的去除性能不同, 移除第一金属层比移除介电层耗时更长, 那么按本发明用于激光钻孔的方法特别导致一种明显更快的速度。本发明既适于钻出盲孔, 而且也适于钻出通孔, 并由此在对多层结构的电路基片进行激光钻孔的范围内能够普遍地使用。要指出的是, 在钻处通孔时, 从加工激光光束的看最下方的金属层在传统钻孔方法后必须被去除, 因为在该层下面不再有任何介电层。

[0011] 借助第一激光输出, 沿横截面面积的边缘, 第一金属层的材料被额外地去除。特别是在第一金属层中, 沿要钻的穿孔边缘能够形成一通道 (Schneise) 或一沟槽, 其优选地可延伸到介电层或者仅仅在第一金属层表面附近区域内延伸。通过一具有穿孔作用的此类结构, 在全部移除第一金属层时, 通过第二激光输出, 保证一清洁确定的穿孔边缘, 使得能够产生高质量的穿孔。

[0012] 第一激光输出包括一条在可见或在接近紫外线光谱范围内的激光光束。由于在金属层上的短波激光辐射与红外线激光辐射相比反射相对较小, 紫外线辐射特别适于去除金属材料。在此, 红外线辐射的热负荷明显减小, 由于借助紫外线辐射, 各个原子或分子之间的原子键或金属键在金属层中能够直接断裂。

[0013] 第一激光输出由一固体激光器, 特别是一倍频激光器产生。有效的激光介质例如为 Nd:YAG、Nd:YVO₄、Nd:YLF, 它们能够以 1064nm 的基波波长产生激光辐射。固体激光器的泵浦优选地在使用半导体二极管情况下完成。它们能够设置在有效的激光介质周围, 使得

一相应的固体激光器能够在—紧凑的结构形式中实现,而不需要—外部的泵光源。为产生紫外线激光辐射,—激光光源额外具有—用于倍频的光学上非线性的介质。在激光技术中普遍已知的此类光学上非线性的介质能够在谐振器内部和外部定位。在上述的具有1064nm基波的激光类型中,人们会获得波长为532nm、355nm和266nm的倍频辐射。—种此类倍频,其中基波波长减半、变为三分之一或四分之一,仅仅能够被看作示范性的。—数为5、6或者更多的倍频特别是通过现代的、功率极其强大的激光系统同样可以想像。倍频的优点在于,人们能够以简单的方式在可见或在紫外线光谱范围内产生激光辐射,该辐射特别适于去除金属层例如铜。

[0014] 第二激光输出在红外线光谱范围内产生。相应的激光辐射优选地由CO₂激光器产生,并由于较高的可支配的激光功率使快速去除第二介电层成为可能。

[0015] 使用脉冲激光辐射的优点在于,在激光脉冲之间存在的冷却时间过程中,材料去除导致要钻孔的工件的相对较小的热负荷。

[0016] 第一金属层的部分区域通过环钻移除,其中激光光束在部分区域边缘导引,其中沿该部分区域的整个边缘产生—结构,该结构的深度一直延伸到介电层。由此产生—放在介电层上的薄片,该薄片通常自动从穿孔区域内弹出。如果产生的薄片与期望相反留在介电层上,第一激光输出能够额外地借助—次或者多次围绕部分区域边缘导引或者也指向薄片内部区域,使得产生的薄片由于较高的能量输入以较高可靠性地从穿孔区域内移除。

[0017] 介电层通过环钻或者通过冲压去除。在环钻时需要注意,第二激光输出首先在移出的穿孔区域内在穿孔横截面面积内直接指向介电层。由此会保证,在第二激光输出指向穿孔横截面面积范围之前,通过直接向介电层的能量输入,将通过第一激光输出还未移除的第一金属层保留的部分移除。

[0018] 在所谓的冲压时,激光光束借助—个或多个相继的脉冲指向要钻孔的工件的同一位置。通过使用—相应的镜组,第二激光输出在工件上的光斑大小适应不同的穿孔直径。

[0019] 第一金属层的部分区域位于穿孔中心和穿孔边缘之间。以首先指向穿孔中心的第一个激光光束为出发点,实现激光光束向穿孔边缘快速的启动。由于由此—引导激光光束且始终具有某种机械惯性的偏转单元总共只需进行—相对较短的运动,所述两个加工步骤即形成—沿穿孔边缘的通道和移除在部分区域内的第一金属层能够顺利地—完成。

[0020] 第一金属层的部分区域优选地为一圆形面积,该圆形面积具有—与整个穿孔直径相比—半大的直径。由此,第一激光输出围绕部分区域的运行路径也是围绕整个穿孔的运行路径的—半,与此相反,第一层要移除的面积相当于整个穿孔横截面面积的四分之一。这导致,单位要移除的面积的—能量输入相应变大,使得在通过第一激光输出—次性绕行部分区域中,保证可靠地移除第一金属层切割的盖。此外,整个钻孔过程由于第一激光输出的全部较短的运行路径在第一金属层上能够迅速进行。

[0021] 本发明的其它优点和特点由—目前优选的实施例的下述示范性说明得出。

附图说明

[0022] 在附图中示出示意图:

[0023] 图1示出用于钻孔的激光加工机;

[0024] 图2示出—钻出的盲孔的横截面图;

[0025] 图 3 示出按本发明的一优选的实施例第一激光输出的运行运动。

具体实施方式

[0026] 在这个地方需要说明,在附图中,与附图标记相互相应的部分仅仅在其第一个数字上有区别。

[0027] 在图 1 中示出的激光加工机 100 包括一激光光源 110,该激光光源发射一在紫外线光谱范围内的激光光束 111。激光光源 110 是一二极管泵浦的固体激光器,特别是一 Nd:YLF 激光器,该激光器通过围绕有效的激光介质设置的半导体二极管光学泵浦。紫外线激光辐射 111 以已知的方式中通过倍频借助一光学上非线性的晶体产生。

[0028] 激光光束 111 射在偏转单元 130 上,该偏转单元以传统的方式由电镜构成。通过偏转单元 130 偏转的激光光束经由一成像镜组 140 例如一 F-Theta 镜组作为加工激光光束 141 引向要加工的基片 150 上。

[0029] 基片 150 包括一介电层 151,该介电层在上侧和下侧分别被一金属层 152 覆盖。金属层以未示出的方式的构造用于形成印制导线。为了在两个金属层 152 之间产生电子连接,钻出一微孔 153,其隔板可以以已知的方式能够进行金属化。为了产生微孔 153,加工激光光束 141 分别借助一跳跃运动 155 在一钻孔位置 154 上定心,然后借助一通过成像镜组 140 调节的光斑大小 F 在钻孔位置 154 的区域内以圆周运动运行,使得分别产生一微孔。微孔 153 的产生下面借助图 3 说明。

[0030] 不同的层通常以不同的激光加工机加工。为了在金属层钻孔,设置一具有紫外线激光光源的激光加工机,为了在介电层钻孔,设置一具有红外线激光光源的激光加工机。替代使用两个激光加工机,也能够使用所谓的组合激光加工机,该激光加工机具有两个不同的激光光源。

[0031] 图 2 示出一在多层基片 250 上钻出的微孔 253 的横截面图。微孔 253 是一盲孔,其中只有上部金属层 252 和一介电中间层 251 被去除。通过接着对盲孔 253 进行金属化,两个金属层 252 能够彼此导电地相连接。

[0032] 图 3 示出指向上部金属层 252 的加工激光光束 141 的运行运动,该激光光束来自紫外线激光光束 111。为了更好地理解本发明,首先说明一用于移除上部金属层 252 的至今使用的钻孔过程:

[0033] 照此,激光光束首先以要钻的微孔 253 的中点 M 为出发点在圆形轨道 360 上借助非常小的激光功率朝要钻的微孔 253 边缘上的点 A 运行。在激光光束沿半圆 360 的运动中,激光光源 110 被如此控制,使得发射出一没有脉冲的所谓 cw 激光光束(连续波激光光束)。在达到点 A 之后,通过对激光光源 110 的相应控制,提高紫外线激光光束 111 的功率,其中调节通常为 20kHz 的一重复频率被调节。然后,激光光束在外轨道上沿着要钻的微孔 253 的边缘被引导。其中,根据给定的条件(上部金属层的材料和厚度,激光功率,激光波长等等),激光光束在一次环绕中或者通常在多次连续的环绕中沿外轨道 370 被引导。沿着外轨道 370 的运动进行这么长时间,直到一在上部金属层 252 中产生的环形盖被移除。此后,激光光束重新在较小的激光功率下在连续模块下沿第二个半圆 380 一直运行到中点 M。

[0034] 接下来的对介电层 251 的移除通常在另一激光加工机中优选地借助冲压实现,也

就是说借助一红外线激光光束对一横截面面积重复地施加影响,该横截面与整个微孔 253 的横截面面积相应。在钻孔过程结束后,偏转单元 130 借助一跳跃运动引向下一个要钻的微孔的中心。

[0035] 按本发明的一优选的实施例,一有脉冲的紫外线激光光束从要钻的微孔 153 的中心以全部功率沿第一个半圆 360 被引导到点 A。此后,激光光束沿外轨道 370 在一完整的圆周上重新被引导到点 A。由此在上部金属层 252 上构成一沟槽或一沟状结构,其随后使上部金属层 252 在微孔 253 整个直径内的脱离容易。由优选地一个或在例外情况下由多个沿外轨道 370 的圆周运动产生的沟槽结构导致材料移除优选地直至介电层 251。通过运行速度和 / 或激光功率的匹配,所期望的材料去除能够在外轨道 370 上实现。无论如何必须保证,在穿孔区域内保留的金属层 252 继而在去除位于其下方的介电层 251 时被完全移除。

[0036] 此后,紫外线激光光束沿第二个半圆 380 以全部功率重新被引导到点 M。如果材料去除沿两个半圆 360、380 已经直到介电层 251 进行,那么由此产生的切割的盖在上部金属层 252 中以一个与点 A 和点 M 之间距离相应的直径自动弹出。如果在两个半圆上施加的激光能量不足以在通过两个半圆 360、380 表示的部分区域 390 中的金属层移除,那么紫外线激光光束会重新沿内圆周被引导,直到部分区域 390 完全移走。必要时,紫外线激光光束也能够具有较小半径的其它圆形轨道上被引导,以便保证可靠地移除在部分区域 390 内的上部的金属层。

[0037] 在部分区域 390 移走之后,将基片 150 转移到另一激光加工机上,该激光加工机具有一个 CO₂ 激光光源。然后,由此产生的红外线激光光束借助一与要钻的微孔 153 的直径相应的光斑大小 F 与点 M 同心地指向基片 250。由此,特别在部分区域 390 内部,实现将此类较大的能量转移到介电层 251 上,使得在穿孔横截面内部保留的金属层 252 自动移除。此前通过紫外线激光光束运动产生的沿外轨道 370 的沟槽结构现在导致,上部金属层 252 沿一沿外轨道 370 延伸的干净的断裂边缘从介电层 251 上移除。在穿孔横截面 395 内的上部金属层 252 完全移除后,介电层 251 的材料去除以已知的方式借助红外线激光光束完成。

[0038] 由于在上部金属层 252 中的材料去除借助紫外线激光光束 111 仅仅在一与全部穿孔横截面 395 相比减小的部分区域 390 中完成,在第一个过程步骤中,即借助紫外线激光光束 111 相对于上述传统的方法的材料去除明显更快,其中,第一个过程步骤包括在整个穿孔区域内完全移除金属层 252。由于借助红外线激光光束对介电层 251 的材料去除与第一个过程步骤相比能够更快地完成(可支配的激光功率在红外线光谱范围内明显大于在紫外线光谱范围内),所以,整个钻孔过程相对于至今的钻孔方法明显更快。

[0039] 要指出,两个过程步骤也能够通过一个唯一的所谓组合钻孔机完成,该钻孔机既具有紫外线激光光源,也具有红外线激光光源。

[0040] 要指出的是,本发明自然也可以用于在不仅具有两个、而且原则上在任意多的金属层的工件上进行钻孔,其中两个相邻的金属层分别通过一电绝缘的介电层彼此分开。由此,在此类多层工件上,能够产生任意深度的盲孔,其中金属层以与按图 3 说明的方法去除。

[0041] 可以概括地确定:

[0042] 本发明提供一用于在一多层工件 150、250 上激光钻出穿孔 153、253 的方法,其中借助第一激光输出 111 在要钻的穿孔 153、253 的横截面面积的一部分区域 390 内,将第一

金属层 152、252 移除,使得在横截面面积内,保留第一金属层 152、252 的一部分。借助第二激光输出,在要钻的穿孔 153、253 的全部横截面面积 395 内,将介电层 151、251 移除,其中在去除介电层 151、251 时,同时去除第一层 152、252 的保留部分。第一金属层 152、252 沿一确定的分界线 370 的干净的材料去除通过沿穿孔边缘的部分的材料移除实现。优选地为了去除第一金属层 152、252,使用一紫外线激光光束 111,为了移除介电层 151、251,使用一红外线激光光束。

图 1

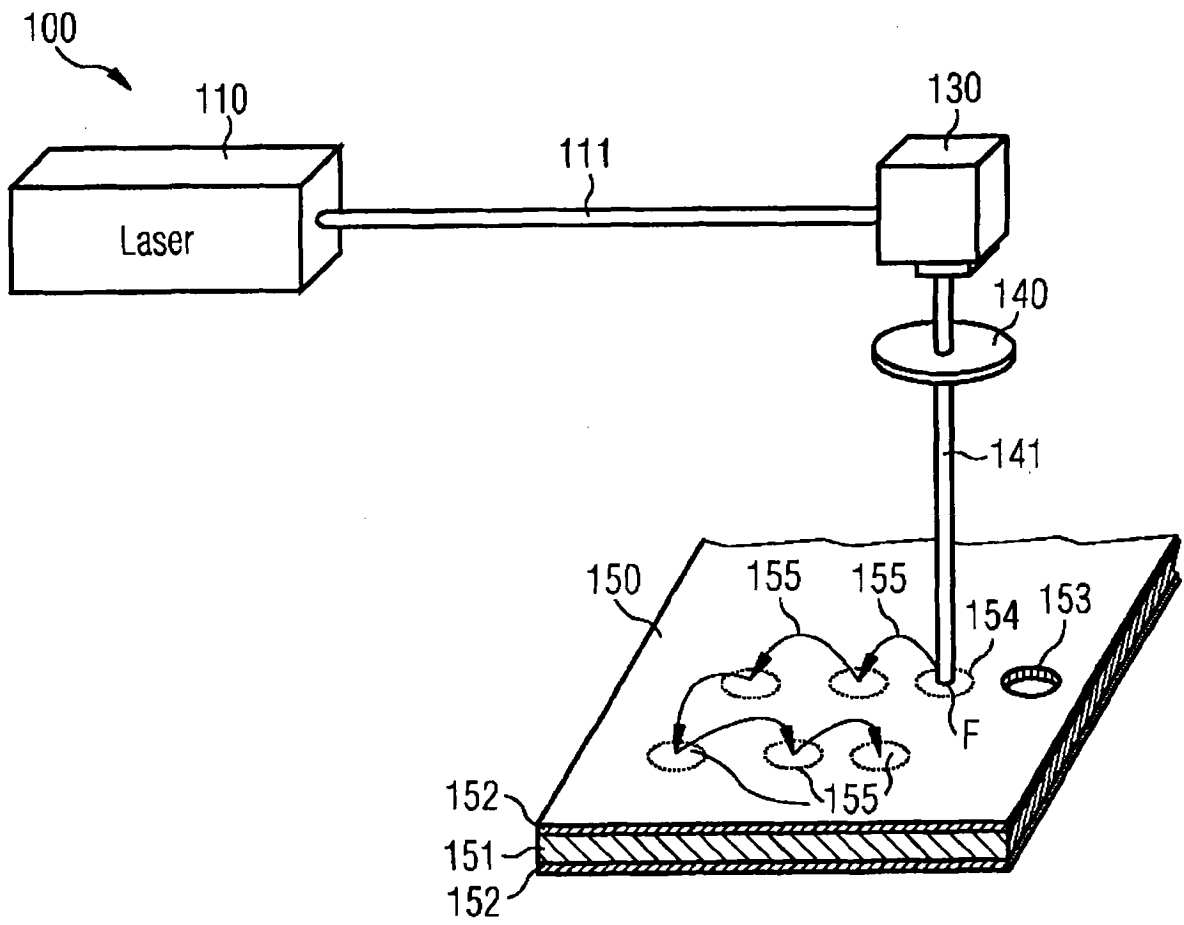


图 2

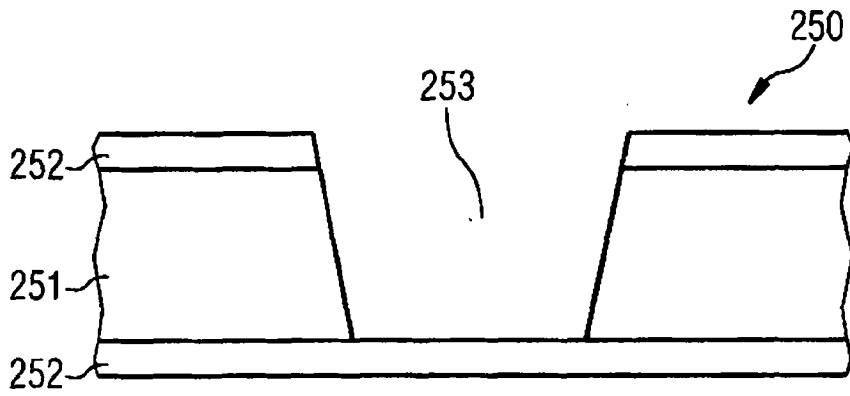


图 3

