



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102192877 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201110054041. 5

审查员 周程丽

(22) 申请日 2011. 03. 04

(30) 优先权数据

10002332. 4 2010. 03. 05 EP

(73) 专利权人 诺信公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 戴维·利利 马丁·巴格

罗伯特·约翰·赛科斯

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 张建涛 车文

(51) Int. Cl.

G01N 19/04(2006. 01)

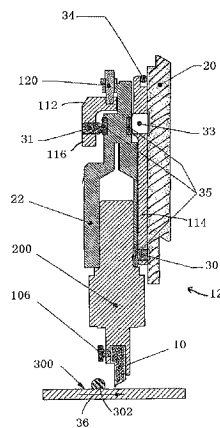
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

改进的剪切测试设备夹紧机构

(57) 摘要

本发明涉及改进的剪切测试设备夹紧机构，特别地，提供了用于测试结合部和电子基片之间的连接强度的剪切测试装置。该装置包括安装在基板上的剪切测试工具和夹紧机构。在设置程序期间，剪切测试工具相对于基板可移动。在测试程序期间，剪切测试工具相对于基板由夹紧机构夹紧在固定位置。提供了相对于基板固定到位的至少一个邻接件。在测试程序期间，驱动机构提供剪切测试工具和结合部之间的相对运动以使剪切测试工具将结合部剪离基片。当测试工具将结合部剪离基片时，所述至少一个邻接件在测试工具上提供额外的夹紧力。在优选的实施例中，与剪切测试工具相关联的应变片给电路提供信号，指示结合部和基片之间的连接强度。



1. 一种用于测试结合部和电子基片之间的连接强度的剪切测试装置,包括:  
x-y 平台,所述基片附接到所述 x-y 平台;  
测试工具;  
驱动机构,所述驱动机构提供在测试方向上的在所述平台和所述测试工具之间的相对运动;  
基板,所述测试工具通过弹性连接器附接到所述基板,所述弹性连接器允许所述测试工具相对于所述基板在垂直于所述测试方向的轴向方向上移动;  
至少一个邻接件,所述至少一个邻接件相对于所述基板被刚性地固定,所述至少一个邻接件与所述测试工具接触;以及  
夹紧装置,所述夹紧装置相对于所述基板被刚性地固定且能在静止位置和致动位置之间移动,在所述静止位置,所述夹紧装置不被压到所述测试工具上,而在所述致动位置,所述夹紧装置被压到所述测试工具上以在轴向方向上相对于所述基板将所述测试工具保持固定到位,使得当所述驱动机构提供在所述测试方向上的在所述平台和剪切测试工具之间的相对运动以使所述剪切测试工具在剪切测试期间从所述基片剪切掉所述结合部时,所述至少一个邻接件在所述剪切测试工具上提供额外的夹紧力。
2. 根据权利要求 1 所述的剪切测试装置,其中所述夹紧装置包括在所述致动位置中被压在所述测试工具上的单个元件。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的剪切测试装置,其中当所述夹紧装置处于所述致动位置中时,所述测试工具被保持在所述夹紧装置和所述至少一个邻接件之间。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的剪切测试装置,其中所述至少一个邻接件包括相对于所述基板刚性地固定到位的第一邻接件和第二邻接件。
5. 根据权利要求 4 所述的剪切测试装置,其中所述第一邻接件和第二邻接件在轴向方向上以间隔开的关系定位。
6. 根据权利要求 4 所述的剪切测试装置,其中所述第一邻接件和第二邻接件位于所述测试工具的相对侧上。
7. 根据权利要求 4 所述的剪切测试装置,其中当所述驱动机构提供在所述测试方向上的在所述平台和剪切测试工具之间的相对运动以使所述剪切测试工具在剪切测试期间从所述基片剪切掉所述结合部时,所述第一邻接件和第二邻接件在所述剪切测试工具上提供额外的夹紧力。
8. 根据权利要求 4 所述的剪切测试装置,其中所述驱动机构沿测试方向轴线提供在测试方向上的相对运动,并且其中所述第一邻接件和 / 或第二邻接件的位置能沿与所述测试方向轴线平行的一个或多个轴线进行调节。
9. 根据权利要求 1 或 2 所述的剪切测试装置,其中所述夹紧装置通过气动机构能够在静止位置和致动位置之间移动。
10. 根据权利要求 9 所述的剪切测试装置,其中所述夹紧装置是气动致动活塞。
11. 根据权利要求 1 或 2 所述的剪切测试装置,其中所述剪切测试装置还包括传感器和控制器,所述传感器构造成当所述测试工具相对于所述基板在轴向方向上的运动被检测到时产生信号,所述控制器连接到所述传感器和所述夹紧装置,其中,所述控制器构造成响应于来自所述传感器的信号而将所述夹紧装置移到所述致动位置中。

12. 根据权利要求 1 或 2 所述的剪切测试装置, 其中所述测试工具被容纳在夹具支撑块内, 该夹具支撑块相对于所述基板被固定到位。

13. 根据权利要求 12 所述的剪切测试装置, 其中所述至少一个邻接件被附接到所述夹具支撑块, 并且所述夹紧装置被安装在所述夹具支撑块中。

14. 根据权利要求 13 所述的剪切测试装置, 其中所述夹紧装置是安装在所述夹具支撑块中的气动致动活塞。

15. 根据权利要求 1 或 2 所述的剪切测试装置, 还包括附接到所述测试工具的触碰块和穿过所述触碰块拧入的触碰螺钉, 且还包括光学发送器和光学接收器, 并且其中所述触碰螺钉的端部能定位在所述光学发送器和所述光学接收器之间, 其中, 所述测试工具容纳在相对于所述基板固定到位的夹具支撑块内, 并且其中所述光学发送器和所述光学接收器在所述触碰螺钉的相对侧上安装在所述夹具支撑块中。

## 改进的剪切测试设备夹紧机构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及剪切测试工具。具体地,本发明涉及允许在设置程序期间剪切测试工具相对于安装板移动、但在剪切测试程序期间使剪切测试工具相对于安装板保持在固定位置的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 半导体器件非常小,通常从  $5\text{mm}^2$  至  $50\text{mm}^2$ ,且一般包括用于将导体结合到半导体基片的多个位置。每个结合部由附着到基片的焊料或金球沉积物组成。有必要测试结合部和基片之间的连接强度,其称为结合强度,以便确信结合方法适当且结合强度足够。因为结合部尺寸非常小,所以测试结合强度所使用的工具必须非常精确地定位且能够测量非常小的力和偏离。

[0003] W02007/093799 中描述的已知测试装置具有用于与结合部接合的测试工具。使用测试工具来将结合部剪离半导体基片并记录剪切结合部所需的力。在测试工具中并入了力传感器以测量力。

[0004] 为了确保可重复性,需要使测试工具的末端在基片表面上方的预定高度处接合结合部的侧面。该距离小而关键,因为结合部通常为圆顶形的。距表面的预定间距消除了测试工具在基片上的滑动摩擦,并且确保了在相对于结合界面的精确的位置处施加剪切载荷。因此,实际上,测试工具首先被移动到与基片表面接触并随后在进行剪切测试之前撤回预定的距离,通常为  $0.05\text{mm}$  或更少。

[0005] 出现几个困难。装置自身的机构中的动摩擦和静摩擦可能在感测与基片表面的接触中造成困难。不准确的表面感测将不可避免地影响测试工具所撤回的距离,以及由此影响结合部被剪切所处的高度。所涉及的距离非常小且需要非常仔细感测表面接触的确切时刻而不压迫基片。也必须小心以防止在剪切测试之前或剪切测试期间测试工具在测试高度处的不受控制的移动。这样的移动可严重地影响测试结果的准确性且测试工具在测试高度的大的移动可能破坏相邻的结合部或线。

[0006] 感测基片表面时的低接触力和测试高度的精确控制这两个目的难以实现。

[0007] US 6,078,387 公开了用于感测测试工具的测试头与基片的接触的装置,其适合于在感测到接触时立即停止测试头的向下驱动。测试工具被支撑在一对悬臂的自由端上,所述悬臂在其相对端处固定到基板且偏转以允许测试头相对于基板的一些竖直移动。为了防止在剪切测试期间测试头的竖直移动,测试工具被悬臂对着基板弹性偏置。测试头可通过空气轴承移动离开基板以允许测试头以基本上无摩擦的方式竖直移动用于初始接触感测。因而,当测试头首先触到基片表面时,它被基片表面推回到悬臂上。测试头相对于基板的移动或悬臂的移动能由光学探测器检测,且空气轴承随后被切断以确保测试头通过悬臂对着基板的弹性偏置而相对于基板固定。一旦测试头相对于基板固定,则使基板升高预定的量以便在测试工具的下端和基片之间留出期望的“退出距离”的间隙。

[0008] 可选的系统使悬臂将测试工具偏离基板以允许在初始定位期间测试头相对于基

板的基本上无摩擦的运动,但随后利用由压缩空气驱动的活塞将测试工具压入与基板的接触中,以在测试程序期间产生测试工具上的对着基板的夹紧力。

[0009] 这两个系统有效地将测试头精确地定位在基片上方,同时在将测试工具初始定位在基片表面上方时提供相对较低的触碰力。然而,它们仍有一些缺点。

[0010] 第一个缺点是这些系统的成本相对较高。空气轴承为剪切测试工具的总体成本中相对较昂贵的部件。

[0011] 第二个缺点是在测试程序期间大量载荷必须由悬臂支撑。这意味着对于较高载荷的测试,必须使用更大且因此更重的悬臂。这又导致当初始地定位传感器时更大的触碰力,这能导致对基片表面的破坏。这也导致对于不同的载荷测试使用不同的悬臂组件,进一步提高成本。

[0012] 第三个缺点是在空气轴承解决方案和压缩空气致动的活塞解决方案中,随着悬臂被推到或压紧基板,测试头被横向地移动,使得其能相对于基片定位但这是在进行测试之前。空气轴承的切断或测试工具顶着基板的夹紧不可避免地意味着除了测试头的横向移动之外还有一些竖直移动将发生。该移动能降低所得到的测试的精确性,尤其是所涉及的退出距离极小时。

[0013] 因此,本发明的目的是解决上述问题或至少提供有用的可选方案。

## 发明内容

[0014] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于测试结合部和电子基片之间的连接强度的剪切测试装置,例如用于测试焊球沉积物和电子基片之间的结合强度的剪切测试装置,包括:

[0015] x-y 平台,基片附接到所述 x-y 平台;

[0016] 剪切测试工具;

[0017] 驱动机构,所述驱动机构提供在测试方向上的在所述平台和所述测试工具之间的相对运动;

[0018] 基板,剪切测试工具通过弹性连接器附接基板,所述弹性连接器允许剪切测试工具相对于基板在垂直于测试方向的轴向方向上移动;

[0019] 至少一个邻接件,其相对于基板刚性地固定,所述至少一个邻接件与剪切测试工具接触;以及

[0020] 夹紧装置,其联接到基板且在静止位置和致动位置之间可移动,在静止位置,装置不被迫使与剪切测试工具接触,而在致动位置,装置被迫使与剪切测试工具接触以保持剪切测试工具在轴向方向上相对于基板静止,使得当驱动机构提供在测试方向上的在 x-y 平台和剪切测试工具之间的相对移动以使剪切测试工具在剪切测试期间从所述基片剪切掉结合部或球沉积物时,所述至少一个邻接件在剪切测试工具上提供额外的夹紧力。

[0021] 优选地,夹紧装置包括在致动位置接触剪切测试工具的单个元件。可选地,夹紧装置可包括在致动位置接触剪切测试工具的两个或多个元件。

[0022] 优选地,当夹紧装置处于致动位置时,剪切测试工具被保持在夹紧装置和所述至少一个邻接件之间。

[0023] 优选地,在致动位置,夹紧装置将剪切测试工具推入与第一邻接件和第二邻接件

的接触中。

[0024] 优选地,夹紧装置经由气动机构在静止位置和致动位置之间可移动。

[0025] 优选地,所述至少一个邻接件,以及第一邻接件和 / 或第二邻接件的位置沿平行于与测试方向对齐的轴线的轴线可调节。

[0026] 优选地,允许剪切测试工具相对于基板移动的弹性连接器包括一对悬臂。

[0027] 优选地,剪切测试装置还包括传感器和控制器,所述传感器构造成当剪切测试工具相对于基板在轴向方向上的运动被检测到时产生信号,所述控制器连接到传感器和夹紧装置,其中所述控制器构造成响应于来自传感器的信号而将夹紧装置移动到致动位置。

[0028] 在本发明的第二方面中,描述了一种使用根据本发明的第一方面的剪切测试装置来测试结合部和电子基片之间的连接强度的新方法,包括以下步骤:

[0029] 在轴向方向上距基片预定的距离处定位测试工具;

[0030] 在测试方向上提供测试工具和结合部之间的相对运动以使测试工具将结合部剪离基片,其中由结合部施加到测试工具的力使得剪切测试装置中的至少一个邻接件在测试工具上提供夹紧力;以及

[0031] 记录由结合部施加到测试工具的力。

[0032] 优选地,定位测试工具的步骤包括:在轴向方向上朝基片移动测试工具;检测测试工具和基片之间的接触;以及当检测到接触时停止测试工具在轴向方向的移动。优选地,方法还包括步骤:在停止步骤之后夹紧测试工具以相对于基板固定测试工具的位置。优选地,方法还包括步骤:在夹紧步骤之后将测试工具和基板移动离开基片预定的距离。优选地,方法还包括步骤:在记录步骤之后相对于基板松开测试工具。

## 附图说明

[0033] 现将参考附图仅通过示例详细说明本发明的优选实施例,在附图中:

[0034] 图 1 是根据本发明的剪切测试设备的示意图;

[0035] 图 2 是根据本发明的剪切测试装置的透视图;

[0036] 图 3 是根据本发明的剪切测试装置的截面图;

[0037] 图 4 是本发明的剪切测试装置的另一透视图,其中移除了夹具支撑块 23;

[0038] 图 5 是更详细地示出剪切工具 100 到工具保持架 200 的安装以及应变片 160a-160d 的截面图;

[0039] 图 6 是光传感器 202 和触碰调节螺钉 120 的元件的局部截面图;

[0040] 图 7 是装置的其它元件和预夹紧活塞 33 的局部截面图;

[0041] 图 8 是示出剪切测试装置的一部分的透视图,其中移除了夹具支撑块 23 以更详细地示出触碰块 122;

[0042] 图 9 是示出根据本发明的设备的控制元件的示意图;

[0043] 图 10 是示出利用根据本发明的设备进行剪切测试时执行的方法步骤的流程图;以及

[0044] 图 11 是用于检测来自应变片 160a-160d 的信号的电路的示意图。

## 具体实施方式

[0045] 图 1 为根据本发明的剪切测试装置 12 的视图。该装置 12 包括安装到夹头 11 的剪切测试工具 100, 而夹头 11 本身安装到装置 12 的主体。机动化进程平台 13 位于剪切测试工具 100 下方, 待测试样品可安装在所述机动化进程平台 13 上。如图 3 所示, 样品通常为其上形成了焊球沉积物 302 的基片 300, 焊球沉积物 302 连接到基片 300 内的电子电路 (未显示)。

[0046] 如图 3 最佳显示的, 剪切测试工具 100 包括固定在工具保持架 200 中的剪切测试头 10, 而工具保持架 200 又固定在剪切主体 22 中。如稍后更详细说明的, 测试头 10 给待测试的基片 300 上的球沉积物 302 施加剪切力。剪切测试工具 100 包括 (稍后描述的) 应变片, 用于测量当球沉积物 302 被剪离受测试的基片 300 时测试头 10 受到的剪切力。

[0047] 剪切工具 100 (以稍后描述的方式) 被保持在夹头 11 中, 且在垂直于基片 300 的方向上可移动, 所述方向此后称为 Z 方向或轴向方向。剪切工具 100 在 Z 方向的移动通过夹头 11 相对于主体 12 的移动来实现。夹头 11 通过球螺钉或丝杠和螺母 (未显示) 安装到主体 12, 且能由诸如伺服电动机或步进电动机 (未显示) 或现有技术熟知的任何其它合适的可控制的驱动装置的轴向驱动机构来驱动。参见, 例如, 可从 Dage Holdings Limited, 25 Faraday Road, Rabans Lane Industrial Area, Aylesbury, Buckinghamshire, United Kingdom 购得的 Dage 4000 多功能结合测试机 (Dage 4000 Multipurpose Bond Tester)。

[0048] 进程平台 13 可平行于受测的基片 300 的平面移动, 所述平面此后称为 X-Y 平面。这允许球沉积物 302 在测试程序期间在测试方向上沿测试方向轴线朝向剪切测试工具 100 移动并通过剪切测试工具 100。进程平台 13 的移动再次利用经丝杠和螺母、球螺钉和螺母联接到平台的合适的伺服电动机或步进电动机或者合适的带式驱动机构来实现, 也如现有技术熟知的, 如上面提到的 Dage 4000 多功能结合测试机 (Dage 4000 Multipurpose Bond Tester)。

[0049] 图 1 还示出了控制装置, 包括用于控制进程平台 13 的移動的两个操纵杆 14、15, 以及键盘 16。还示出了显示器 17、用于照明受测试的基片的灯 18 和辅助测试工具的精确定位的显微镜 19。这些特征在例如上面提到的 Dage 4000 Multipurpose Bond Tester 的现有技术中也都是熟知的。

[0050] 参考图 2, 夹头 11 包括背面板 20, 一对悬臂式支撑臂 21 的一端利用螺钉 105 刚性地附接到所述背面板 20。悬臂式支撑臂 21 在其相对端处支撑剪切测试工具 100。剪切测试工具 100, 在一个优选的实施例中, 包括剪切梁主体 22, 工具保持架 200 附接到所述剪切梁主体 22, 测试头 10 附接到所述工具保持架 200。如图 4 最佳显示的, 剪切梁主体 22 具有拼合夹具设计。工具保持架 200 被插入主体 22 内且随后螺钉 110 被紧固以将保持架 200 牢固地夹紧到主体 22 内。工具保持架 200 配备有从其轴的夹紧部分突出的定位销。该定位销接纳在拼合夹具 22 的裂缝中, 使得工具相对于剪切梁主体 22 的旋转位置得以确保。剪切测试头 10 又通过翼形螺钉 106 附接到工具保持架 200, 如图 5 最佳显示的。测试头 10 在前表面上具有平面, 翼形螺钉 106 操作到所述平面上。对着平面紧固翼形螺钉确保了测试头 10 相对于工具保持架 200 处于正确的旋转方位。悬臂 21 允许包括剪切梁主体 22、工具保持架 200 和测试头 10 的剪切测试工具 100 以非常小的摩擦在 Z 方向上移动。

[0051] 尽管图 2 所示的示例使用了一对悬臂 21 以便使剪切测试工具 100 能够在 Z 方向移动, 然而可使用其它弹性安装布置, 例如压缩弹簧。

[0052] 夹具支撑块 23 刚性固定到背面板 20。夹具支撑块 23 具有围绕剪切梁主体 22 延伸的护罩部分 112 和例如通过螺钉（未显示）附接到背面板 20 的背面板部分 114。夹具支撑块 23 的部分 116 在剪切梁主体 22 的相对侧上定位到背面板 20。当（稍后描述的）夹紧机构不处于其致动位置时，剪切梁主体 22，且因此剪切测试工具 100，在夹具支撑块 23 内自由地上下移动。

[0053] 夹头 11 包括光学传感器 202，该光学传感器 202 用于检测剪切工具 100 的测试头 10 何时接触基片。如图 6 最佳显示的，传感器 202 被支撑在夹具支撑块 23 中。传感器 202 包括发射器 204 和接收器 206。发射器 204 穿过在夹具支撑块 23 中形成的孔 208 发射光束。

[0054] 触碰调节螺钉 120 被拧入触碰块 122 内。触碰块 122 通过螺钉 124 附接到剪切梁主体 22，如图 8 最佳显示的。参考图 6，触碰调节螺钉 120 穿过槽 130 突出（图 6 和图 7 显示）且能被向下拧而与槽 130 的底部 132 接触以阻挡从发射器 204 发射的光束并防止其被接收器 206 检测到。

[0055] 当该螺钉 120 被向下拧而顶住表面 132 时，其在测试工具 100 上施加向上的力，从而逆着悬臂 21 的偏置而提升测试工具 100。测试工具 100 被螺钉 120 提升的距离越大，则悬臂对着夹具支撑块 23 的表面 132 偏置螺钉 120 的力越大。

[0056] 当工具 100 被向下移动而与基片 300 接触时，螺钉 120 的底端被提离表面 132 到其不再阻挡来自发射器 204 的光束的位置。这使接收器 206 检测到光束并因此向（稍后描述的）控制系统指示工具 100 已经接触基片 300。

[0057] 如果螺钉 120 仅轻微地接触表面 132，则仅需要轻的触碰力来将螺钉 120 的端部提离表面 132。如果，另一方面，螺钉 120 被向下拧而以较大的力接触表面 130，则需要较大的触碰力来向上移动螺钉 120 的端部使之不与表面 130 接触。因而，螺钉 120 穿过触碰块 122 被向下拧到与夹具支撑块 23 的表面 130 接触的程度决定了允许光传感器 202 检测到剪切测试工具 100 与基片 300 的接触所需要的触碰力的量。

[0058] 传感器 202 联接到（稍后参考图 9 描述的）计算机控制部 47，该计算机控制部 47 也控制夹头 11 和剪切工具 100 的轴向驱动机构，以及 x-y 平台 13 的移动。当剪切工具 100 相对于背面板 20 向上的移动由如上所述的接收器 206 进行的光束的检测而被检测到时，停止由轴向驱动机构引起的夹头 11 相对于主体 12 的进一步向下运动。此时，需要防止测试工具 100 的进一步移动，使得测试工具 100 能相对于基片 300 精确地定位。本发明的系统利用（稍后描述的）预夹紧机构来在检测到工具 100 触到基片时将剪切测试工具 100 相对于夹头背面板 20 保持到位。

[0059] 如图 3 所示，剪切梁主体 22 定位在后夹紧螺钉 30 和前夹紧螺钉 31 之间。后夹紧螺钉 30 穿过背面板 20 中的孔 140 进入且穿过夹具支撑块 23 的背面板部分 114。前夹紧螺钉 31 穿过夹具支撑块 23 的护罩部分 112 的前部。在设置程序期间，当剪切梁主体处于没有侧向力施加至其中性位置时，后夹紧螺钉 30 和前夹紧螺钉 31 是可调节的。在该中性位置，后夹紧螺钉 30 和前夹紧螺钉 31 朝测试工具 100 向内拧直到它们分别与剪切梁主体 22 和工具保持架 200 仅非常轻微的接触，使得当剪切测试工具 100 相对于夹具支撑块 23 在 Z 方向上在悬臂 21 上移动时有较小或没有摩擦。

[0060] 夹紧或预夹紧活塞 33 直接与前夹紧螺钉 31 相对地设置，如图 7 最佳显示的。夹紧



活塞 33 位于夹具支撑块 23 的背面板 114 的腔或孔 142 中。压缩空气通过图 4 中示出的压缩空气供给线路 144 被供给到腔 142 中。一旦在腔 142 中,压缩空气就进入横向钻孔 146,该横向钻孔 146 已被穿过活塞 33 钻出。随后,空气进入洞 148 并离开活塞 33 的背面以对在背面板 20 中形成的背面腔 150 加压。背面腔 150 由 O 型圈 152 密封,且因此,留在腔 142 和 150 中的加压空气迫使活塞 33 到图 7 中左边以迫使其对着剪切梁主体 22。当移除加压空气时,因为活塞 33 在背面板 14 的孔 140 内可自由移动,所以没有活塞 33 对剪切梁主体 22 施加的较大的力。

[0061] 因而,活塞 33 可操作来在静止位置和致动位置之间移动,在静止位置,活塞 33 不对剪切梁主体 22 施加较大的力,而在致动位置,活塞 33 对剪切梁主体 22 施加较大的力以夹紧剪切梁主体 22 以及因此在其和前夹紧螺钉 31 之间的测试工具 100。夹紧活塞 33 在其致动位置时相对于夹具支撑块 23 和背面板 20 将剪切梁主体 22 和剪切工具 100 保持在固定位置。这防止在 Z 方向上的任何移动,使得在悬臂 21 或剪切工具 100 上的进一步移动是不可能的。对夹紧活塞有其它可能的致动机构。例如,其能由螺线管或伺服电动机致动。

[0062] 只有当通过由(如前面描述的)接收器 206 检测光束而确定了剪切工具 100 的测试头 10 向下触到受测试的基片 30 时,夹紧活塞 33 才移动到致动位置,从而固定剪切梁主体 22 和工具 100 的位置。夹紧活塞能被称为预夹紧机构,因为其对剪切工具 100 提供初始的夹紧机构以当球沉积物 302 被移动而与剪切工具 100 接合时防止剪切工具 100 移动。然而,如下面进一步解释的,在剪切测试过程中作用于剪切工具 100 上的剪切力提高了剪切工具 100 上的夹紧力。

[0063] 注意到剪切工具 100 包括由碳化钨或类似的硬的、坚韧的材料制成的夹紧垫 35,其与后夹紧螺钉 30 和前夹紧螺钉 31 以及夹紧活塞 33 相对地定位。这确保了剪切测试工具 100 与夹紧螺钉 30、31 以及夹紧活塞 33 之间的良好接触,并确保有最小的磨损使得系统具有良好的可重复性和延长的使用寿命。类似地,后夹紧螺钉 30 和前夹紧螺钉 31 具有由硬化钢制成的接触表面。夹紧活塞 33 接触表面由黄铜或类似材料制成以确保平滑操作并且不被硬化。

[0064] 一旦夹紧活塞 33 已经相对于背面板 20 固定了剪切测试工具 100,则在进行剪切测试之前,夹头 11 在 Z 方向移动离开基片预定的退出距离。该程序在该类型的剪切测试工具中是标准化的,且在 WO 2005/114722 中详细描述。

[0065] 在剪切测试期间,待测试的物体在测试方向上在剪切工具 100 的测试工具头 10 上施加剪切力,所述测试方向为所述物体和剪切测试工具 100 的测试工具头 10 之间的相对运动的方向。测试方向在图 3 中用箭头 36 表示。施加在剪切工具 100 的测试工具头 10 上的剪切力对着后夹紧螺钉 30 和前夹紧螺钉 31 推压测试工具 100。剪切力的载荷由此通过夹紧螺钉 30、31,而不是通过悬臂 21 传递到背面板 20。剪切力越大,施加到夹紧螺钉 30、31 上的载荷就越大。该布置减小了在剪切测试期间悬臂经受的载荷。因此,尽管预夹紧活塞 33 初始地将剪切工具 100 夹紧到位,但是在剪切测试期间,剪切力本身提高了测试工具 100 上的夹紧力。

[0066] 在现有夹头组件中,悬臂 21 必须承受在测试期间的剪切力的大部分。这导致当在较大测试载荷下进行剪切测试时需要更坚固且因此更重的悬臂。悬臂越重,在剪切测试之前在触碰程序期间剪切测试工具 100 施加在基片 300 上的触碰力就越大。然而,利用本发

明的夹紧螺钉布置,悬臂 21 承担最小的载荷,且因此,悬臂 21 能被制造得相对较轻。

[0067] 图 9 为根据本发明的装置的控制元件的示意图。本发明中的移动部件为:轴向驱动机构,示出为 Z 轴电动机和编码器 41;电动机 42,其在 X-Y 平面中驱动进程平台 13 的移动;以及夹紧活塞 43,其在所示实施例中为气动活塞。这些装置中的每一个都由专用的运动控制电子设备 44 控制,所述运动控制电子设备 44 连接到个人计算机(PC)45。PC 45 也从光学传感器 202 接收信号以指示测试工具 100 触到基片 300 上。光学传感器 202 示出为框 46,且也具有其自身的专用控制器,这里称为触碰电子设备 47。在运动控制电子设备 44 和触碰电子设备 47 之间有直接链路。这允许迅速的信号响应以确保轴向驱动机构以可能的最快时间停止,以防止过度行进和相关的“重”触碰。

[0068] 图 10 示出利用根据本发明的装置设置并执行剪切测试所采取的步骤。在第一步骤 505 中,向下移动夹头 11 和测试工具 100 直到测试头 10 接触基片 300。在步骤 510 中,通过由接收器 206 检测光束来检测测试头 10 在基片 300 的表面上的触碰,如前面描述的。当检测到触碰时,在步骤 515 中,停止朝基片 300 移动剪切夹头 11 的 Z 轴电动机的操作。在步骤 520 中,将压缩空气供给到腔 142 和 150 以将预夹紧活塞 33 移动到其致动位置,在此位置,其有力地接触剪切梁主体 22 以使剪切工具 100 相对于背面板 20 固定。在步骤 525,随后使夹头移动离开基片到预定的退出距离以准备剪切测试。在步骤 530,通过移动机动化平台 13 以及由此附接到平台 13 的基片 300 而开始剪切测试,使得基片 300 上的球沉积物 302 接触测试工具头 10 以将球沉积物 302 剪离基片 300。

[0069] 在剪切测试期间,在步骤 535,当测试头 10 将球沉积物 302 剪离基片 300 时载荷或力被施加到剪切测试头 10。该剪切力优选地由应变片获取。如图 5 最佳显示的,在一个优选实施例中,四个应变片 160a、160b、160c 和 160d 被结合到工具保持架 200。盖 165 保护应变片 160a-160d。应变片 160a、160b 位于工具保持架 200 的前侧,面向将要在剪切测试中被剪离基片 300 的球沉积物 302。应变片 160c 和 160d 位于刀具保持架 200 的相对的或后侧上。

[0070] 应变片 160a-160d 通过线(未显示)连接到电路,例如图 11 示意性地示出的全桥接电路 120。如众所周知的,这样的电路将由应变片 160a-160d 的扭曲引起的电信号转变为力测量值,其指示将球沉积物 302 剪离基片 300 所需要的力。

[0071] 可选地,剪切力可由安装在剪切工具上的压电晶体来检测,如前面提到的 WO 2007/093799 A1 中描述的。利用任一种力检测技术,如步骤 540 表明的,当球沉积物 302 被对着剪切工具 100 驱动时,后夹紧螺钉 30 和前夹紧螺钉 31 进一步提高对剪切工具 100 的夹紧作用,如上面描述的。

[0072] 在步骤 545,完成剪切测试,且在步骤 550 将剪切测试工具 100 移动离开基片 300 并将其返回到开始位置。在步骤 555,通过从腔 142 和 150 去除空气压力来停用夹紧活塞 33 使得活塞 33 能呈现其静止位置。这允许由驱动机构在 Z 方向上在悬臂 21 上移动剪切测试工具 100。在步骤 560,能通过再次执行相同的方法步骤重复剪切测试,如步骤 565 所示。

[0073] 因此,根据本发明的系统允许剪切工具 100 以相对较低的且可调节的触碰力触到待测试的基片上。该低的触碰力是由于因上述原因而需要的悬臂 21 的相对较低的质量。该系统还允许测试工具 100 相对于安装夹头 20 被固定使得能精确地控制测试工具 100 的竖直位置。这对于精确且可重复的剪切测试来说是重要的。因为剪切测试工具 100 经受的剪

切载荷经由所述的夹紧布置,而不是经由悬臂传递到夹头背面板 20,所以对于不同载荷的测试不需要具有不同的夹头组件。

[0074] 限定本发明优选方面的条款

[0075] 1. 一种用于测试结合部和电子基片之间的连接强度的剪切测试装置,包括:

[0076] x-y 平台,基片附接到所述 x-y 平台;

[0077] 测试工具;

[0078] 驱动机构,所述驱动机构提供在测试方向上的在平台和测试工具之间的相对运动;

[0079] 基板,测试工具通过弹性连接器附接到基板,所述弹性连接器允许测试工具相对于基板在垂直于测试方向的轴向方向上移动;

[0080] 至少一个邻接件,所述至少一个邻接件相对于基板刚性地固定,所述至少一个邻接件与测试工具接触;以及

[0081] 夹紧装置,其相对于基板刚性地固定且在静止位置和致动位置之间可移动,在静止位置,夹紧装置不压紧测试工具,而在致动位置,夹紧装置压紧测试工具以在轴向方向上相对于基板将测试工具保持固定到位,使得当驱动机构提供在测试方向上的在平台和剪切测试工具之间的相对移动以使剪切测试工具在剪切测试期间从所述基片剪切掉所述结合部时,所述至少一个邻接件在剪切测试工具上提供额外的夹紧力。

[0082] 2. 根据条款 1 所述的剪切测试装置,其中夹紧装置包括在致动位置压紧测试工具的单个元件。

[0083] 3. 根据条款 1 或 2 所述的剪切测试装置,其中当夹紧装置处于致动位置时,测试工具被保持在夹紧装置和所述至少一个邻接件之间。

[0084] 4. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,其中所述至少一个邻接件包括相对于基板刚性地固定到位的第一邻接件和第二邻接件。

[0085] 5. 根据条款 4 所述的剪切测试装置,其中第一邻接件和第二邻接件在轴向方向上间隔开定位。

[0086] 6. 根据条款 4 或 5 所述的剪切测试装置,其中第一邻接件和第二邻接件位于测试工具的相对侧上。

[0087] 7. 根据条款 4、5 或 6 所述的剪切测试装置,其中当驱动机构提供在测试方向上的在平台和剪切测试工具之间的相对移动以使剪切测试工具在剪切测试期间从所述基片剪切掉所述结合部时,第一邻接件和第二邻接件在剪切测试工具上提供额外的夹紧力。

[0088] 8. 根据条款 4-7 中任一项所述的剪切测试装置,其中驱动机构沿测试方向轴线提供在测试方向上的相对运动,且其中第一邻接件和 / 或第二邻接件的位置可沿与测试方向轴线平行的一个或多个轴线调节。

[0089] 9. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,其中夹紧装置通过气动机构在静止位置和致动位置之间可移动。

[0090] 10. 根据条款 9 所述的剪切测试装置,其中夹紧装置为气动致动活塞。

[0091] 11. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,其中弹性连接器包括在一端处相对于基板固定的一对悬臂,且其中测试工具被支撑在悬臂的相对端上。

[0092] 12. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,其中剪切测试装置还包括传感器

和控制器,所述传感器构造成当测试工具相对于基板在轴向方向上的运动被检测到时产生信号,所述控制器连接到传感器和夹紧装置,其中所述控制器构造成响应于来自传感器的信号而将夹紧装置移动到致动位置。

[0093] 13. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,其中测试工具被容纳在相对于基板固定到位的夹具支撑块中。

[0094] 14. 根据条款 13 所述的剪切测试装置,其中所述至少一个邻接件被附接到夹具支撑块,且夹紧装置安装在夹具支撑块中。

[0095] 15. 根据条款 13 或 14 所述的剪切测试装置,其中夹紧装置为安装在夹具支撑块中的气动致动活塞。

[0096] 16. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,其中剪切测试工具包括附接到剪切主体的工具保持架和固定到工具保持架的测试头。

[0097] 17. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,还包括附接到测试工具的触碰块和穿过触碰块拧入的触碰螺钉,且还包括光学发送器和光学接收器,且其中触碰螺钉的端部能定位在光学发送器和光学接收器之间。

[0098] 18. 根据条款 17 所述的剪切测试装置,其中测试工具容纳在相对于基板固定到位的夹具支撑块内,且其中光学发送器和光学接收器在触碰螺钉的相对侧上安装在夹具支撑块中。

[0099] 19. 根据前述任一项条款所述的剪切测试装置,其中结合部为结合到基片的焊球沉积物。

[0100] 20. 一种使用根据前述权利要求的任一项所述的剪切测试装置来测试结合部和电子基片之间的连接强度的方法,包括以下步骤:

[0101] 在轴向方向上距基片预定的距离处定位测试工具;

[0102] 在测试方向上提供测试工具和结合部之间的相对运动以使测试工具将结合部剪离基片,其中由结合部施加到测试工具的力引起剪切测试装置中的所述至少一个邻接件在测试工具上提供夹紧力;以及

[0103] 记录由结合部施加到测试工具的力。

[0104] 21. 根据条款 20 所述的方法,其中定位测试工具的步骤包括:

[0105] 在轴向方向上朝基片移动测试工具;

[0106] 检测测试工具和基片之间的接触;以及

[0107] 当检测到接触时停止测试工具在轴向方向的移动。

[0108] 22. 根据条款 21 所述的方法,还包括步骤:在停止步骤之后夹紧测试工具以相对于基板固定测试工具的位置。

[0109] 23. 根据条款 22 所述的方法,还包括步骤:在夹紧步骤之后将测试工具和基板移动离开基片预定的距离。

[0110] 24. 根据条款 22 或 23 所述的方法,还包括步骤:在记录步骤之后相对于基板松开测试工具。

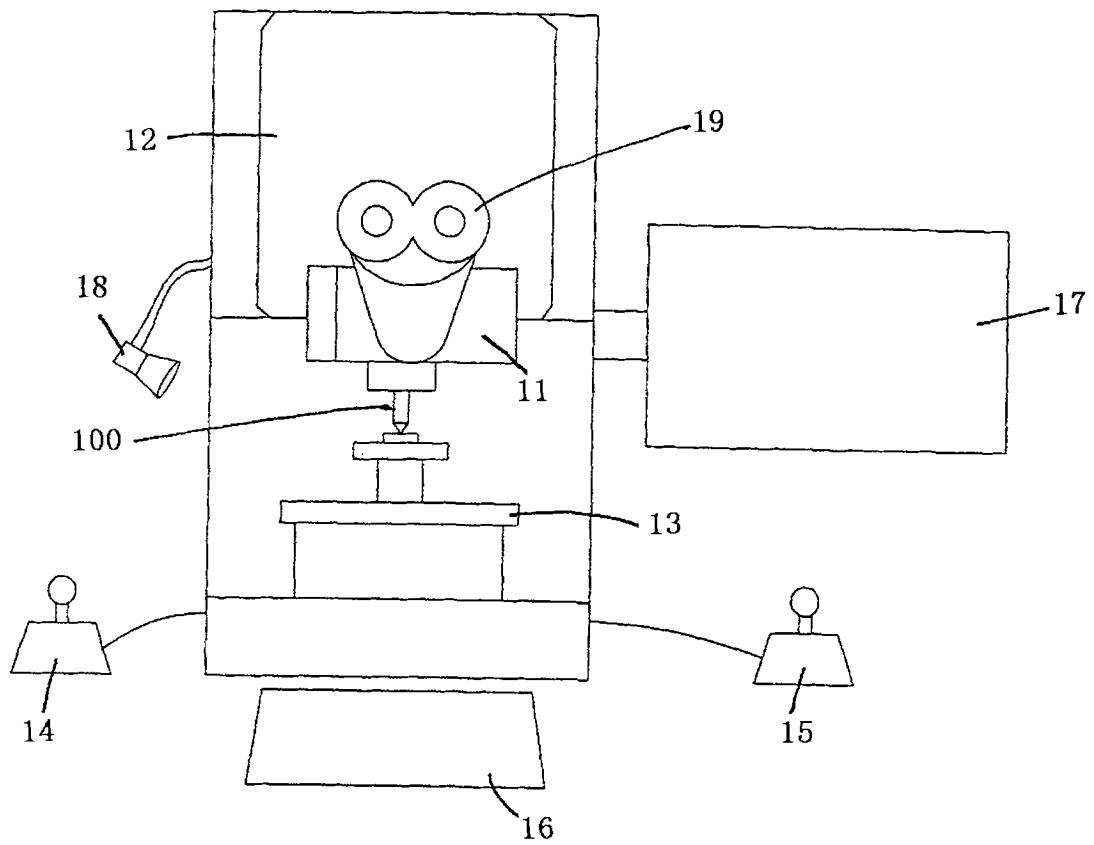


图 1

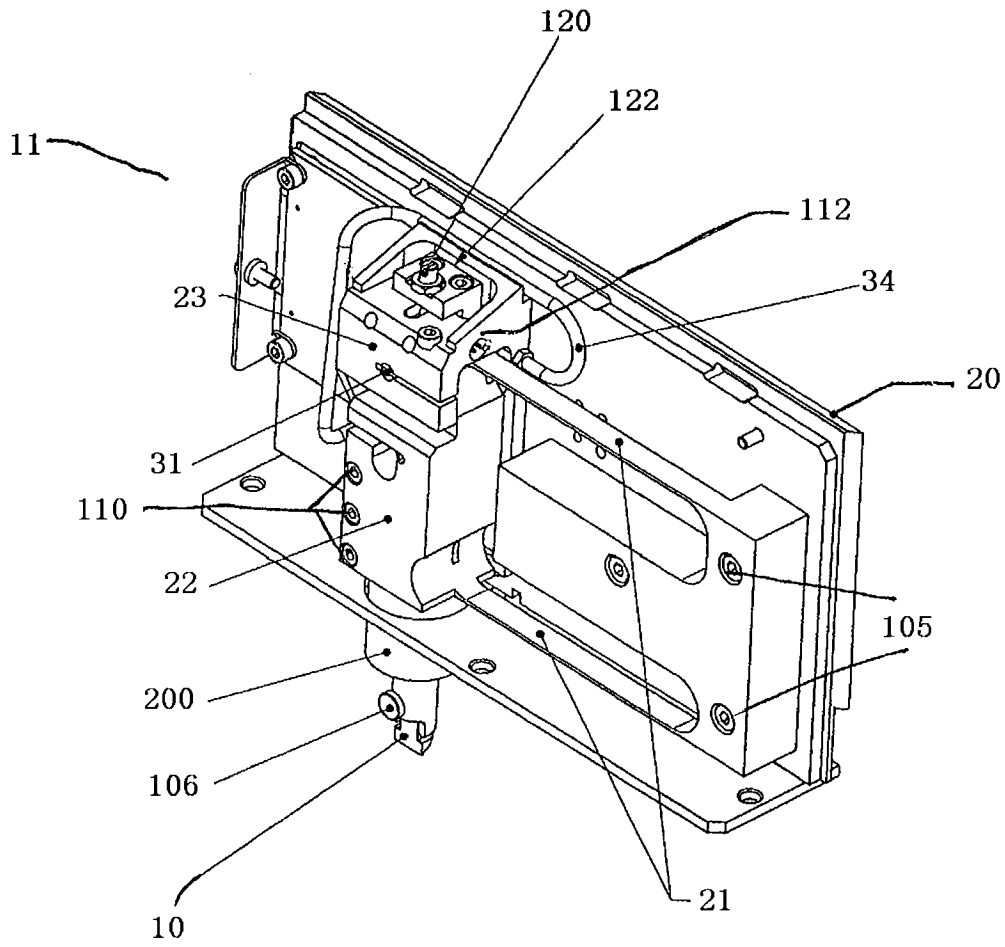


图 2

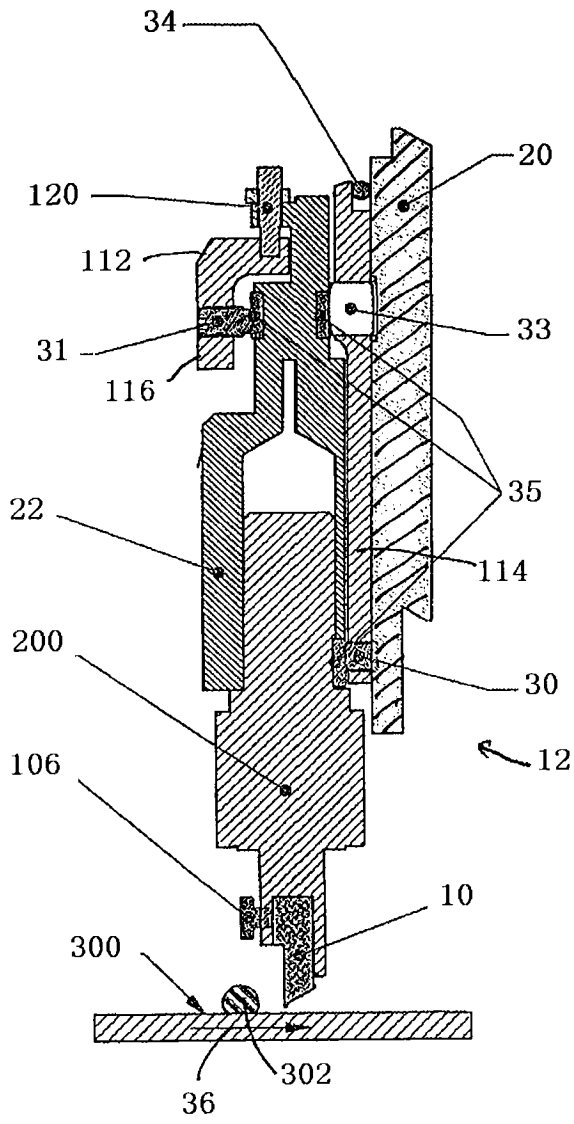


图 3

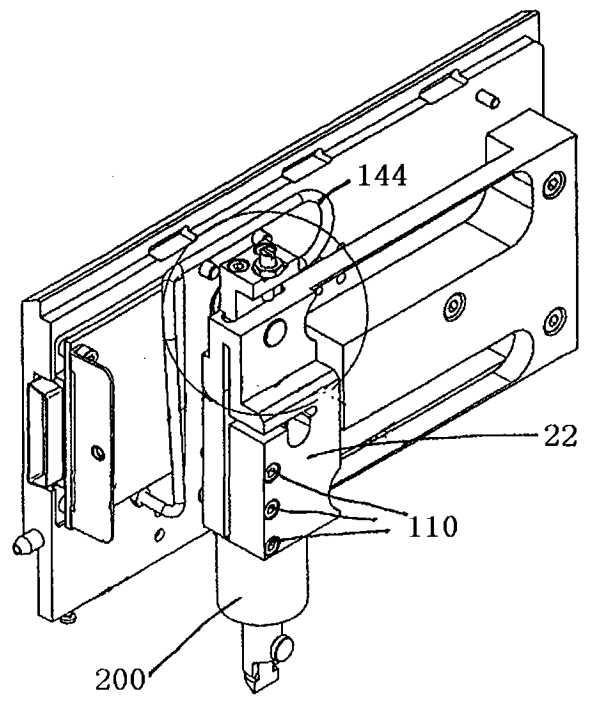


图 4

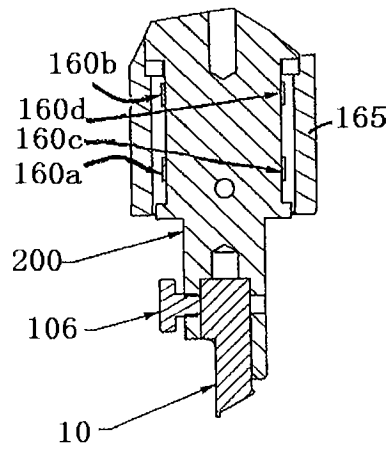


图 5

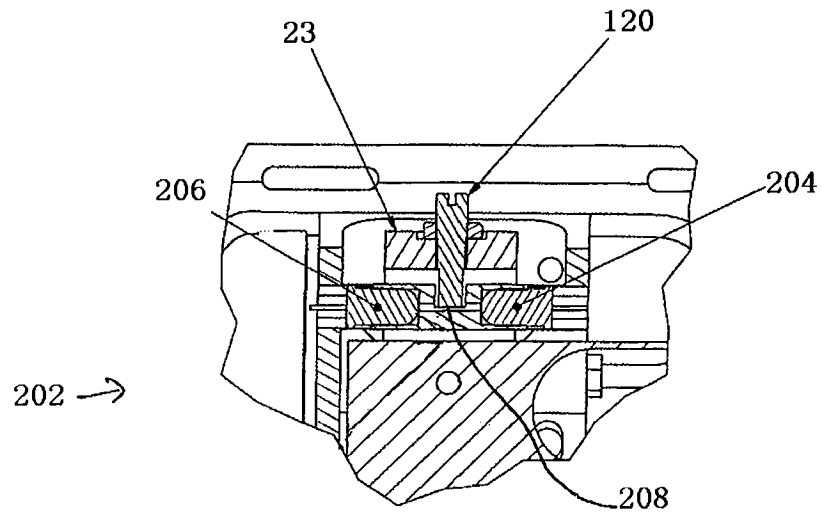


图 6

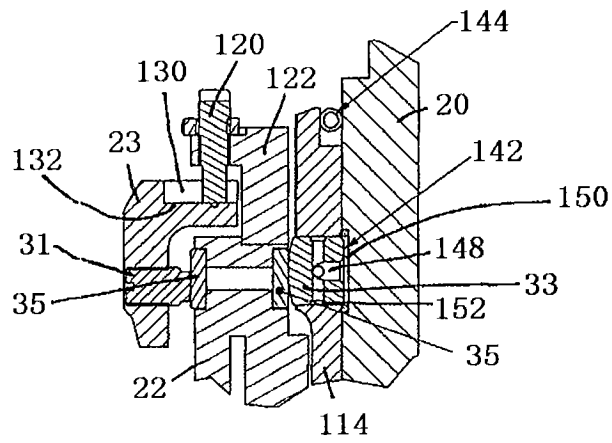


图 7



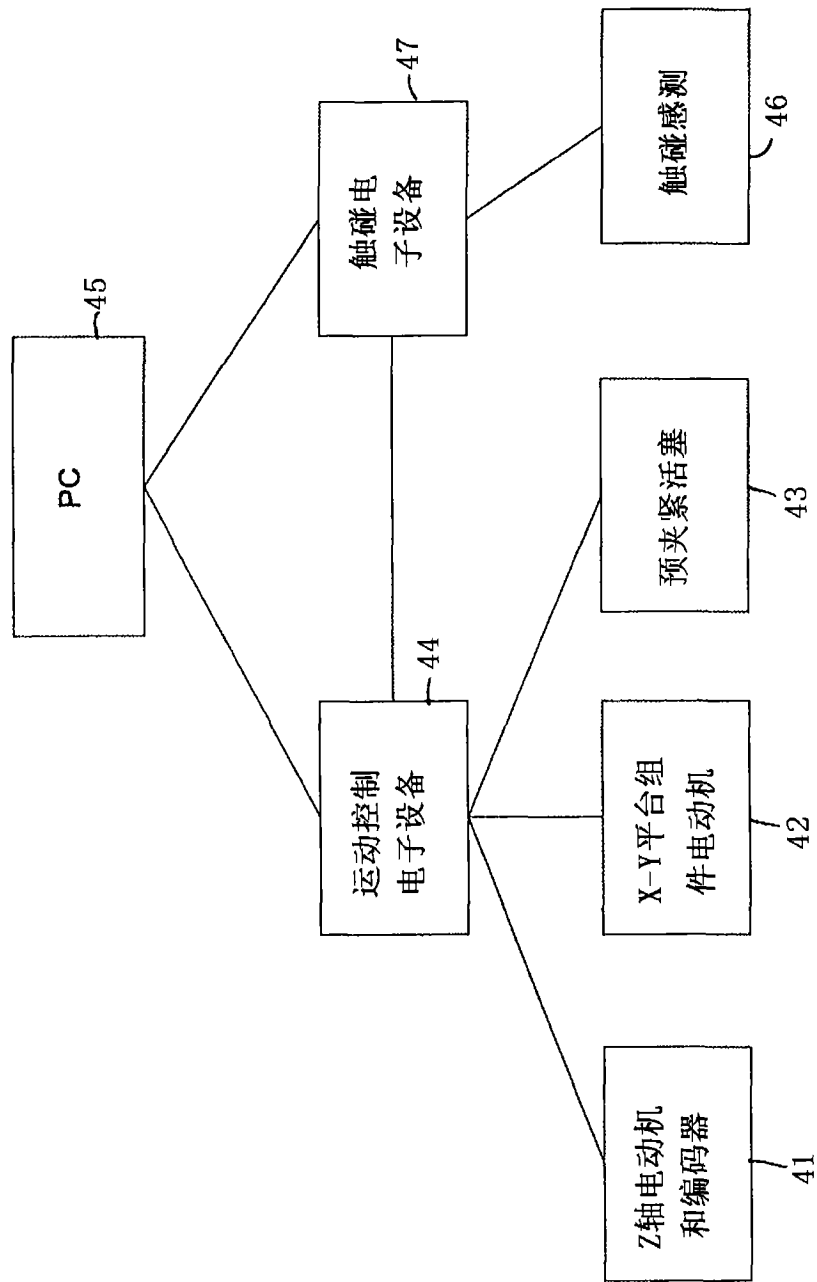


图 9

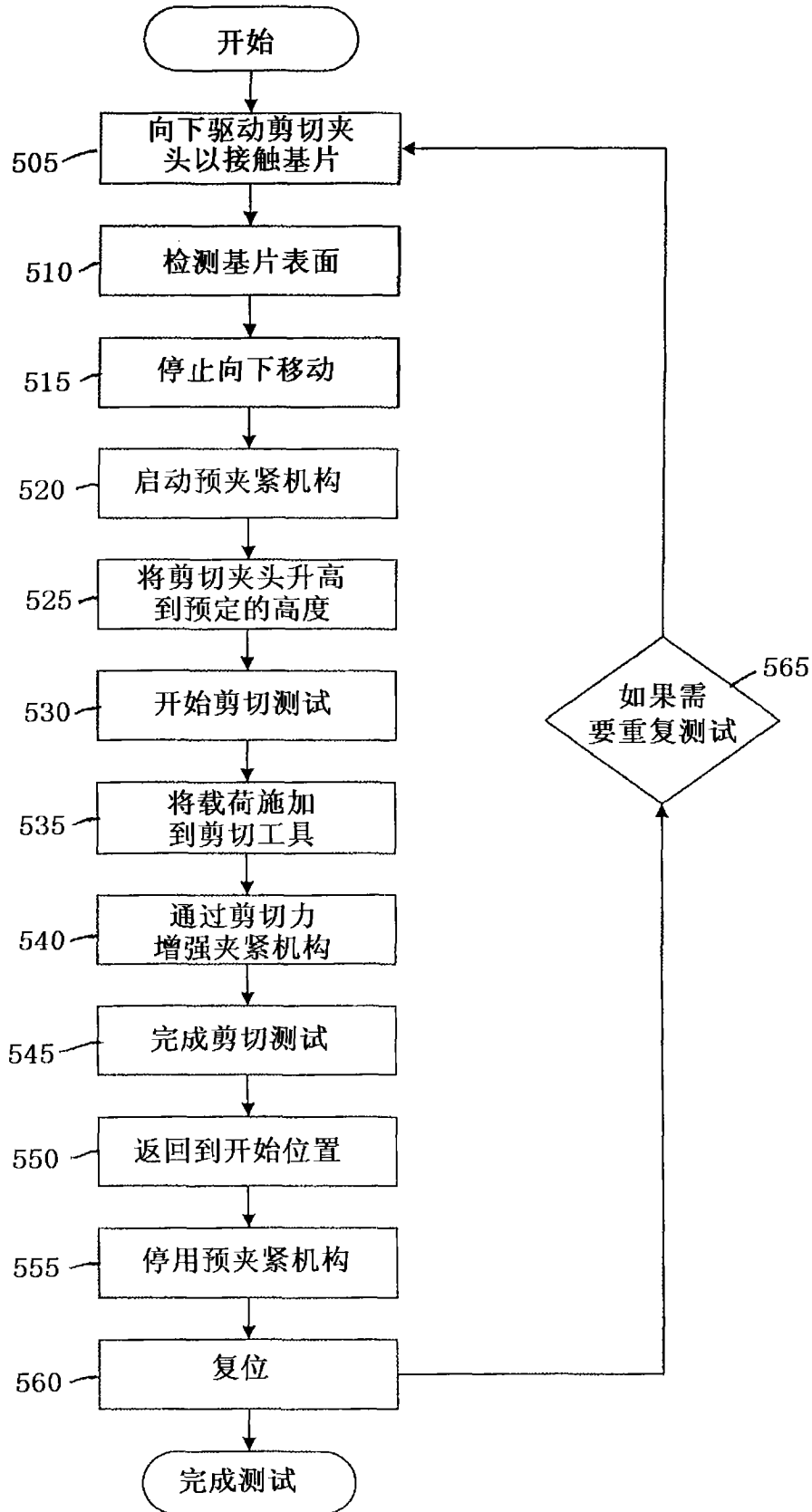


图 10

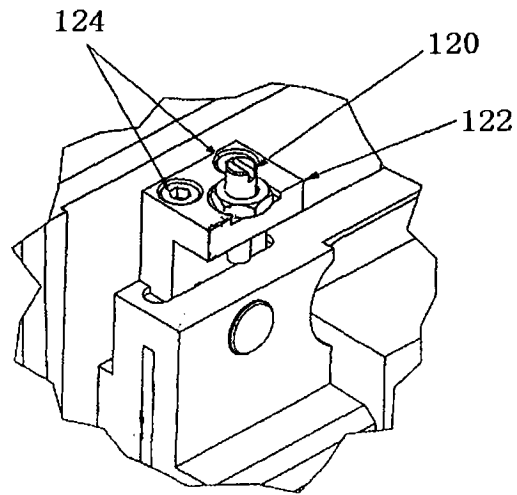


图 8

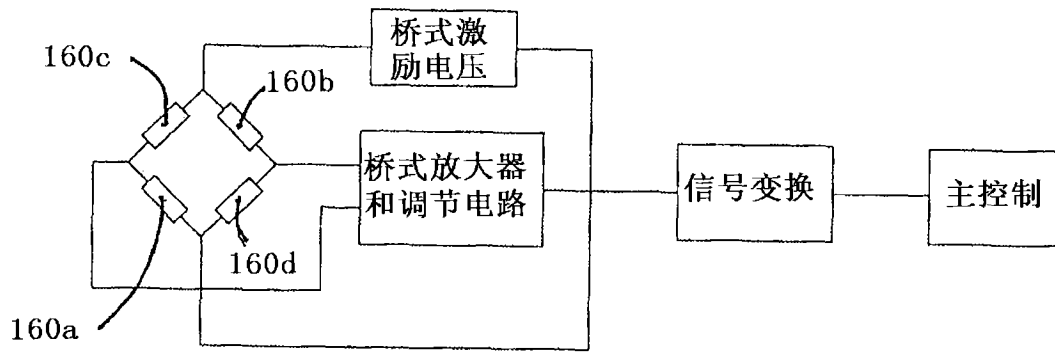


图 11