

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01R 1/067 (2006.01)

G01R 1/06 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610112247.8

[43] 公开日 2007年5月2日

[11] 公开号 CN 1955742A

[22] 申请日 2006.8.29

[21] 申请号 200610112247.8

[30] 优先权

[32] 2005.10.27 [33] US [31] 11/261,178

[71] 申请人 安捷伦科技有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 布伦顿·A·霍克姆比

布洛克·J·拉莫若斯

唐纳德·M·劳格林

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限  
责任公司

代理人 李瑞海

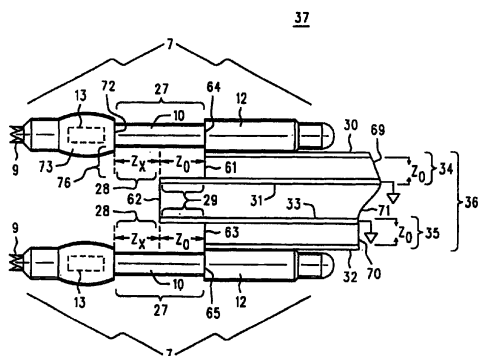
权利要求书 7 页 说明书 8 页 附图 8 页

## [54] 发明名称

带有受控阻抗弹簧针脚或电阻尖弹簧针脚触头的探头组件

## [57] 摘要

本发明通过给接地面设置台阶架防止了沿弹簧偏置的针脚探头组件的特征阻抗未受控情况，所述台阶架沿针脚向外并向着目标信号延伸。向外延伸的长度选择为使得在产生并维持接触的同时，即使弹簧只有(或至少有)期望的很小压缩量，针脚的整个暴露部分也超过台阶架，而台阶的深度已选择为使暴露的针脚产生选定的  $Z_0$ ，所述选定的  $Z_0$  与探头组件中已经存在的传输线的  $Z_0$  匹配。弹簧偏置的针脚可以是电阻尖弹簧针脚，它在其顶端包括小电阻。



1. 一种探头组件，用于用弹簧针脚触头探测工作电路组件上的目标信号，所述弹簧针脚触头电连接到形成于印制电路组件上并由所述印制电路组件携带的传输线，当所述印制电路组件相对于所述工作电路组件受促时，所述印制电路组件对所述弹簧针脚触头施压使其与所述目标信号电接触，其中，

所述传输线由与接地面隔离的信号迹线形成，所述隔离通过一定厚度的中间电介质层进行；

所述中间电介质层具有第一边缘，所述第一边缘平行于所述工作电路组件形成的平面；

所述接地面具有延伸部分，所述延伸部分沿朝向所述工作电路组件的方向延伸到所述中间电介质层的第一边缘之外一段距离，所述距离是由第二边缘界定的选定的第一距离；

所述弹簧针脚触头的外壳部分与所述传输线的信号迹线电接触，并且一端与所述中间电介质层的第一边缘接近；

所述弹簧针脚触头的柱塞部分能够延伸到所述外壳部分之外，与所述接地面的延伸部分相对，并延伸到所述第二边缘之外选定的第二距离；

由所述柱塞部分与所述接地面的延伸部分形成的传输线特征阻抗与由所述信号迹线与所述接地面形成的所述传输线的特征阻抗基本相同。

2. 根据权利要求1所述的探头组件，其中，所述中间介质层为FR4的层，所述传输线的特征阻抗约为 $50\Omega$ 。

3. 根据权利要求1所述的探头组件，其中，所述中间介质层为FR4的层，所述传输线的特征阻抗约为 $75\Omega$ 。

4. 根据权利要求1所述的探头组件，其中，柔性传输线在其一端连接到形成于所述工作电路组件上并由所述工作电路组件携带的传输线，所述柔性传输线在其另一端连接到电子测试设备。

5. 根据权利要求1所述的探头组件，其中，所述弹簧针脚还包括由所述柱塞部分携带的电阻，所述弹簧针脚因此为电阻尖弹簧针脚。

6. 一种探头组件，用于用多个弹簧针脚触头探测工作电路组件上的相应的多个目标信号，所述多个弹簧针脚触头电连接到多条传输线中相应的元件，所述多条传输线形成于印制电路组件上并由所述印制电路组件携带，当所述印制电路组件相对于所述工作电路组件受促时，所述印制电路组件对每个所述弹簧针脚触头施压使其与所述多个目标信号中相应的目标信号电接触，其中，

所述多个弹簧针脚触头布置成行；

所述多条传输线由与接地面隔离的相应信号迹线形成，所述隔离通过一定厚度的中间电介质层进行；

所述中间电介质层具有第一边缘，所述第一边缘平行于所述工作电路组件形成的平面；

所述接地面具有延伸部分，所述延伸部分沿朝向所述工作电路组件的方向延伸到所述中间电介质层的第一边缘之外一段距离，所述距离是由第二边缘界定的选定的第一距离；

每个所述弹簧针脚触头的外壳部分与其相应传输线的所述信号迹线电接触，并且一端与所述中间电介质层的第一边缘接近；

每个所述弹簧针脚触头的柱塞部分能够延伸到相应的所述外壳部分之外，与所述接地面的延伸部分相对，并延伸到所述第二边缘之外选定的第二距离；

由每个所述柱塞部分与所述接地面的延伸部分分别形成的传输线特征阻抗与由每条信号迹线与所述接地面形成的各个相应传输线的特征阻抗基本相同。

7. 根据权利要求 6 所述的探头组件，其中，所述中间介质层为 FR4 的层，所述传输线的特征阻抗约为  $50\Omega$ 。

8. 根据权利要求 6 所述的探头组件，其中，所述中间介质层为 FR4 的层，所述传输线的特征阻抗约为  $75\Omega$ 。

9. 根据权利要求 6 所述的探头组件，其中，多条柔性传输线分别在其一端连接到形成于所述工作电路组件上并由所述工作电路组件携带的所述多条传输线，所述多条柔性传输线在其另一端连接到一个电子测试设备的

相应通道。

10. 一种探头组件，用于用第一多个和第二多个弹簧针脚触头探测工作电路组件上相应的第一多个和第二多个目标信号，所述第一多个和第二多个弹簧针脚触头电连接到相应的第一多条和第二多条传输线中相应的元件，所述第一多条和第二多条传输线形成于印制电路组件相应的第一侧和第二侧并由所述第一侧和所述第二侧携带，当所述印制电路组件相对于所述工作电路组件受促时，所述印制电路组件对每个所述弹簧针脚触头施压使其与相应的所述多个目标信号中相应的目标信号电接触，其中，

所述第一多个弹簧针脚触头布置为第一行，所述第一行设在所述印制电路组件的所述第一侧上；

所述第一多条传输线由与第一接地面隔离的相应的第一信号迹线形成，所述隔离通过一定厚度的第一中间电介质层进行；

所述第一中间电介质层具有第一边缘，所述第一边缘平行于所述工作电路组件形成的平面；

所述第一接地面具有延伸部分，所述延伸部分沿朝向所述工作电路组件的方向延伸到所述第一中间电介质层的第一边缘之外一段距离，所述距离是由第二边缘界定的选定的第一距离；

所述第一多个弹簧针脚触头中每个弹簧针脚触头的外壳部分与其相应的第一多条传输线中相应的传输线的所述第一信号迹线电接触，并且一端与所述第一中间电介质层的第一边缘接近；

所述第一多个弹簧针脚触头中每个弹簧针脚触头的柱塞部分能够延伸到相应的所述外壳部分之外，与所述第一接地面的延伸部分相对，并延伸到所述第二边缘之外选定的第二距离；

由与所述第一接地面的延伸部分相对地延伸的每个柱塞部分分别形成的传输线特征阻抗与由其中每条第一信号迹线与所述第一接地面形成的所述第一多条传输线中各个相应传输线的特征阻抗基本相同；

所述第二多个弹簧针脚触头布置为第二行，所述第二行设在所述印制电路组件的所述第二侧上；

所述第二多条传输线由与第二接地面隔离的相应的第二信号迹线形

成，所述隔离通过一定厚度的第二中间电介质层进行；

所述第二中间电介质层具有第三边缘，所述第三边缘平行于所述工作电路组件形成的平面；

所述第二接地面具有延伸部分，所述延伸部分沿朝向所述工作电路组件的方向延伸到所述第二中间电介质层的第三边缘之外一段距离，所述距离是由第四边缘界定的选定的第三距离；

所述第二多个弹簧针脚触头中每个弹簧针脚触头的外壳部分与其相应的第二多条传输线中相应的传输线的所述第二信号迹线电接触，并且一端与所述第二中间电介质层的第三边缘接近；

所述第二多个弹簧针脚触头中每个弹簧针脚触头的柱塞部分能够延伸到相应的所述外壳部分之外，与所述第二接地面的延伸部分相对，并延伸到所述第三边缘之外选定的第四距离；

其中，由与所述第二接地面的延伸部分相对地延伸的每个柱塞部分分别形成的传输线特征阻抗与由其中每条第二信号迹线与所述第二接地面形成的所述第二多条传输线中各个相应传输线的特征阻抗基本相同。

11. 一种探头组件，用于用相应的多个电阻尖弹簧针脚触头探测工作电路组件上的多个目标信号，所述多个电阻尖弹簧针脚触头中每一个电连接到多条传输线中相应的元件，所述多条传输线形成于印制电路组件上并由所述印制电路组件携带，当促使所述印制电路组件向着所述工作电路组件运动时，所述印制电路组件对每个所述电阻尖弹簧针脚触头施压使其与所述多个目标信号中相应的目标信号电接触，其中，

所述多个电阻尖弹簧针脚触头布置成行；

所述多条传输线由与接地面隔离的相应信号迹线形成，所述隔离通过一定厚度的中间电介质层进行；

所述中间电介质层具有第一边缘，所述第一边缘平行于所述工作电路组件形成的平面；

所述接地面具有延伸部分，所述延伸部分沿朝向所述工作电路组件的方向延伸到所述中间电介质层的第一边缘之外一段距离，所述距离是由第二边缘界定的选定的第一距离；

每个所述电阻尖弹簧针脚触头的外壳部分与其相应传输线的所述信号迹线电接触，并且一端与所述中间电介质层的第一边缘接近；

每个所述电阻尖弹簧针脚触头的柱塞部分能够延伸到相应的所述外壳部分之外，与所述接地面的延伸部分相对，并延伸到所述第二边缘之外选定的第二距离；

由每个所述柱塞部分与所述接地面的延伸部分分别形成的传输线特征阻抗与由每条信号迹线与所述接地面形成的各个相应传输线的特征阻抗基本相同。

12. 根据权利要求 11 所述的探头组件，其中，所述中间介质层为 FR4 的层，所述传输线的特征阻抗约为  $50\Omega$ 。

13. 根据权利要求 11 所述的探头组件，其中，所述中间介质层为 FR4 的层，所述传输线的特征阻抗约为  $75\Omega$ 。

14. 根据权利要求 11 所述的探头组件，其中，多条柔性传输线分别在其一端连接到形成于所述工作电路组件上并由所述工作电路组件携带的多条传输线，所述多条柔性传输线在其另一端连接到一个电子测试设备中相应的通道。

15. 一种探头组件，用于用第一多个和第二多个电阻尖弹簧针脚触头探测工作电路组件上相应的第一多个和第二多个目标信号，所述第一多个和第二多个电阻尖弹簧针脚触头电连接到相应的第一多条和第二多条传输线中相应的元件，所述第一多条和第二多条传输线形成于印制电路组件相应的第一侧和第二侧并由所述第一侧和所述第二侧携带，当所述印制电路组件相对于所述工作电路组件受促时，所述印制电路组件对每个所述电阻尖弹簧针脚触头施压使其与相应的所述多个目标信号中相应的目标信号电接触，其中，

所述第一多个电阻尖弹簧针脚触头布置为第一行，所述第一行设在所述印制电路组件的所述第一侧上；

所述第一多条传输线由与第一接地面隔离的相应的第一信号迹线形成，所述隔离通过一定厚度的第一中间电介质层进行；

所述第一中间电介质层具有第一边缘，所述第一边缘平行于所述工作

电路组件形成的平面；

所述第一接地面具有延伸部分，所述延伸部分沿朝向所述工作电路组件的方向延伸到所述第一中间电介质层的第一边缘之外一段距离，所述距离是由第二边缘界定的选定的第一距离；

所述第一多个电阻尖弹簧针脚触头中每个电阻尖弹簧针脚触头的外壳部分与其相应的第一多条传输线中相应的传输线的所述第一信号迹线电接触，并且一端与所述第一中间电介质层的第一边缘接近；

所述第一多个电阻尖弹簧针脚触头中每个电阻尖弹簧针脚触头的柱塞部分能够延伸到相应的所述外壳部分之外，与所述第一接地面的延伸部分相对，并延伸到所述第二边缘之外选定的第二距离；

其中，由与所述第一接地面的延伸部分相对地延伸的每个柱塞部分分别形成的传输线特征阻抗与由其中每条第一信号迹线与所述第一接地面形成的所述第一多条传输线中各个相应传输线的特征阻抗基本相同；

所述第二多个电阻尖弹簧针脚触头布置为第二行，所述第二行设在所述印制电路组件的所述第二侧上；

所述第二多条传输线由与第二接地面隔离的相应的第二信号迹线形成，所述隔离通过一定厚度的第二中间电介质层进行；

所述第二中间电介质层具有第三边缘，所述第三边缘平行于所述工作电路组件形成的平面；

所述第二接地面具有延伸部分，所述延伸部分沿朝向所述工作电路组件的方向延伸到所述第二中间电介质层的第三边缘之外一段距离，所述距离是由第四边缘界定的选定的第三距离；

所述第二多个电阻尖弹簧针脚触头中每个电阻尖弹簧针脚触头的外壳部分与其相应的第二多条传输线中相应的传输线的所述第二信号迹线电接触，并且一端与所述第二中间电介质层的第三边缘接近；

所述第二多个电阻尖弹簧针脚触头中每个电阻尖弹簧针脚触头的柱塞部分能够延伸到相应的所述外壳部分之外，与所述第二接地面的延伸部分相对，并延伸到所述第三边缘之外选定的第四距离；

其中，由与所述第二接地面的延伸部分相对地延伸的每个柱塞部分分

---

别形成的传输线特征阻抗与由其中每条第二信号迹线与所述第二接地面形成的所述第二多条传输线中各个相应传输线的特征阻抗基本相同。



## 带有受控阻抗弹簧针脚 或电阻尖弹簧针脚触头的探头组件

### 技术领域

本申请的主题涉及使用弹簧针脚触头的方式，其中弹簧针脚触头在其尖端处具有电阻，用于电信号探测。Joseph Groshong、Brock J. LaMeres 和 Brent A. Holcombe 于 2005 年 5 月 31 日提交的题为“SIGNAL PROBE AND PROBE ASSEMBLY”、并转让给 Agilent Technologies, Inc. 的在审美国专利申请 11/141,500 中示出了这种弹簧针脚电阻尖触头并对其进行了说明。为了完整和简明起见，特此通过引用而将申请“SIGNAL PROBE AND PROBE ASSEMBLY”结合于此。

### 背景技术

无论对于示波器还是逻辑分析仪，随着信号频率越来越高，高频信号的探测都带来了令难度增大的某些技术问题。除了达到示波器或逻辑分析仪必需的带宽以外，还必须仔细注意通过合适的探头获取感兴趣的信号（“目标信号”）的方式。在极高的频率处，例如对于示波器超过 10GHz 或者对于逻辑分析仪超过 1GHz 时钟速率，与探头相关的问题作为限制系统总体性能的因素暴露出来，而这些问题在低频时常常是可以忽略的。

结合于此的“SIGNAL PROBE AND PROBE ASSEMBLY”是对这些问题中的至少一个进行处理的方法：使探头顶端的必需电阻尽可能地靠近目标信号。用于不同类型测试设备（例如示波器、逻辑分析仪、频谱分析仪等）的探头因为不同的原因而具有这样的顶端电阻，例如阻尼、减小负载、衰减、也可能是阻抗匹配。探头顶端之后通常是一段具有特定的特征阻抗（ $Z_0$ ）的同轴电缆，它不应被认为仅仅是一段屏蔽导体，而应当认为是一段传输线。通常，同轴电缆的另一端具有某种类型的有源电路，例如具有特定频率响应的放大器或阈值检测器。然后，由适应性强的缓冲放大

器将有源电路的输出经过适当的传输线发送到所用的特定测量电路。探头有各式各样的结构，但是在每种情况下，都期望使顶端电阻尽可能靠近目标信号。

这样做通常有两个原因。首先，任何额外的距离都代表了沿着导体的一段长度，它会对附近的任何交流接地表现出寄生的串联电感和寄生的旁路电容。这些寄生电抗代表的目标信号负载超过了探头的耦合网络预计表现出的值。这些寄生电抗可能是产生反射和带宽限制的原因。第二，即使这些寄生电抗不会显著引起反射和带宽减小，它们也仍然相当于不期望的干扰阻抗，这种干扰阻抗意味着进入探头顶端电阻的信号与探头的真正尖端所接触的信号并不完全相同。这是除了明显的负载问题之外探头内部信号保真度的问题，甚至在没有负载问题的情况下都存在。

“SIGNAL PROBE AND PROBE ASSEMBLY”中公开的弹簧针脚通过将探头顶端电阻设在非常靠近下述机械位置处减小了探头顶端的长度，所述机械位置是与目标信号电接触的位置。该电阻的一端看起来几乎就是实际机械接触的点。但那无法真正地精确实现，因为电阻是 SMT 零件，带有引线所用的相当平的表面，而探头所用的接触表面需要是耐用的针尖状，或者在上面具有不滑的变形，例如多个点围绕一个中心凹陷构成的“冠状点”。退而求其次，让顶端电阻的目标侧带有耐用点，而电阻的另一端安装在插槽中并由弹簧施加作用力以机械方式抵抗轴向运动，而所述插槽设在更大的接触结构中。“SIGNAL PROBE AND PROBE ASSEMBLY”接下来示出了 PCB（印刷电路板）上所带的这种弹簧针脚的直插式阵列，该 PCB 将这些弹簧针脚中每一个连接到相关的同轴电缆，所述同轴电缆是具有特征阻抗  $Z_0$  的传输线，并通向某些类型的测试设备。下文中，我们将这样的弹簧针脚触头称为“电阻尖弹簧针脚”触头。

与“SIGNAL PROBE AND PROBE ASSEMBLY”所表现出的改进同样重要的，是它还有一个方面是操作可以改进。具体地说，并且结合附图可以明显看到，弹簧针脚的区域：（a）能够伸进或者伸出容纳弹簧的外壳；（b）负担了容纳顶端电阻的插槽；（c）表现出了可变的长度（取决于为了使组件带有的所有探头顶端都有良好接触，需要整个探头组件向下

移动多远)，所述可变的长度也具有不确定的特征阻抗 ( $Z_x$ )，所述特征阻抗通常不等于连接电缆的阻抗 ( $Z_0$ )。这种毛病是由于前述外壳直接设在 PCB 的边缘处引起的（这样放置是因为认为，这样会在建立接触时，使不同弹簧针脚可能的运动量的变化范围最大）。就是说，由弹簧驱动并带有顶端电阻的针脚伸出到间隙中某个不规则的量，相当于具有不确定  $Z_x$  的传输线。但是，一旦针脚进入外壳中，特征阻抗就受到控制 ( $Z_0$ )，并且在信号向探头组件继续前进时，所述特征阻抗从该处起一直保持不变。在高频情况下，从短短一段未受控的  $Z_x$  过渡到受控的  $Z_0$  是一种不连续，它自身在时域表现为反射，在频域表现为频率响应异常。将  $Z_x$  调整到与  $Z_0$  一样会很有利，但如何去做？

### 发明内容

本发明公开了一种方案以解决沿着弹簧偏置针脚的特征阻抗不受控制的问题，所述弹簧偏置的针脚用于探头组件并可以在其尖端具有电阻，所述方案提供了接地面的台阶架，所述台阶架沿针脚向外并朝向工作电路组件延伸，所述工作电路组件具有要探测的目标信号。向外延伸的长度被选择为使得在产生和维持接触的同时即使弹簧只产生了（或者至少产生了）预期的最小压缩量，针脚的整个暴露部分也会超过台阶架，而所述台阶的深度已经选择为使得针脚暴露的那部分产生  $Z_0$ 。压缩过大的针脚会使顶端电阻靠电路的一侧靠近台阶架上的接地面，而造成不期望的旁路电容。不过，这可以由经过恰当调整的适当测试夹具来预防。完全未压缩的针脚（即未使用的针脚）延伸到台阶架之外的具有  $Z_x$  的长度可以较短，但是这种情况不受关心，因为该针脚显然未与信号接触。

### 附图说明

图 1 是采用了电阻尖弹簧针脚触头的信号捕捉装置的简化立体图，其中弹簧针脚的暴露部分的特征阻抗  $Z_x$  未受控制；

图 2 是图 1 的电阻尖弹簧针脚探头组件的简化侧面图；

图 3 是电阻尖弹簧针脚探头组件在图 1 所示部分之后的部分的简化放

大图，示出了它在用于接触工作电路板上的迹线时的某些方面；

图 4A-4C 是图 3 所示阻抗未受控的电阻尖弹簧针脚探头组件使用时在各种情况下的简化侧面图；

图 5A-5C 是阻抗受控的电阻尖弹簧针脚探头组件在与图 4A-4C 所示的各种情况相同的情况下的简化侧面图；

图 6A-6B 是各种情况下阻抗受控的非电阻尖弹簧针脚探头组件的简化侧面图。

### 具体实施方式

现在参考图 1，其中示出了电阻尖弹簧针脚探头组件 1 的简化示意图 1。扁平的多电缆组件 5 和 6 连接到测试设备（未示出）的某些地方，所述测试设备可以是逻辑分析仪。电缆组件 5 附着到印刷电路板 2 的一个表面（例如顶面）上相应的多条迹线；另一电缆组件类似地附着到印刷电路板 2 的另一侧。如插图所示，电阻尖弹簧针脚触头 7 中的顶部行 3 焊接到电路板 2 顶面上迹线的远端，而电阻尖弹簧针脚触头的底部行 4 类似地焊接到电路板 2 底面上的迹线。与同轴电缆 5 和 6 的中心导体相连的迹线与印刷电路板 2 中的接地面形成传输线。当然，同轴电缆 5 和 6 的外部屏蔽连接到这些接地面。

现在参考图 2，可以看到，电阻尖弹簧针脚触头 7 可以具有冠状顶端 9，以便易于穿透待探测表面上的氧化物或其他覆盖层。也可以使用单一的尖锐的尖端；冠状尖端几乎一样尖锐，并具有下述好处，即用于并非完全平坦的物体时，多个电接触头以及中心凹陷有助于其安放稳当。

接下来，可以看到，冠状尖端 9 是外部顶端 8 的尖锐末端，外部尖端 8 含有用于容纳电阻 13 一端的插槽。电阻 13 可以是普通的“0201”类 SMT（表面安装）电阻。电阻 13 的另一端由柱塞 10 末端的插槽容纳，柱塞 10 以套筒方式进出外壳 12，外壳 12 含有弹簧 11，可以是压缩弹簧。这样，如结合于此的“SIGNAL PROBE AND PROBE ASSEMBLY”中详细阐明的那样，电阻 13 尽实际可能地接近探头顶端。

柱塞 10 保持在外壳 12 中，当使用电阻尖弹簧针脚触头 7 时，弹簧 11

提供了将冠状尖端 9 压靠到焊盘或迹线（例如图 3 中的 32）的接触力。适当的绝缘壳 14（可以是适当的塑料）对电阻 13 起保护和加强作用，同时桥接外部尖端 8 和柱塞 10。

现在参考图 3，注意，它更详细地示出了电阻尖弹簧针脚触头 7 是如何安装和容纳到印刷电路板 2 的。可以看到，外壳 12 最接近目标电路板 15 及其焊盘 16 的末端与电路板 2 的底部边缘 17 是平齐的。这种结构具有某些意义，现在将结合图 4A-4C 来说明这些意义。

图 4A-4C 的侧面图示出电路板 2 实际上是多层结构，在导体 20、21 下方具有相关的接地面 18、19，各个电阻尖弹簧针脚触头 7 焊接到所述导体 20、21。这样做是为了建立具有选定特征阻抗  $Z_0$ （例如  $50\Omega$ ）的传输线，所述选定特征阻抗与多电缆组件 5 和 6 中各条同轴电缆匹配。这样当然也不错，不过在考虑到柱塞 10 延伸到外部不定的量 24、25、26 带来的影响时，特别是在正在进行探测的感兴趣的信号频率增加时，这样会出现问题。正如图中也可以看到的，这种结构中印刷电路板 2 的末端 17 是单一的无差别表面。因此，对于下面的每种情况，与任意一段 24、25、26 相关的特征阻抗  $Z_0$  是完全未受控的：（a）冠状尖端 9 与焊盘或迹线 16 之间（再参考图 3）未接触（图 4A，24）；（b）使弹簧压缩了 50%（或其他任何中间比例）的接触（图 4B，25）；以及（c）产生完全压缩的接触（图 4C，26）。这意味着，在与外壳/信号迹线组合 12/20 或 12/21 和各邻近接地面 18 或 19 间的受控特征阻抗  $Z_0$  结合时，从柱塞位置 24、25、26 中任一个进行的过渡是不连续的。这种不连续无论其本身的还是带来的后果都不好。

图 5A-5C 示出了对这种不利情况进行的补救。图 5A 中可以看到改进的探头组件 37 的局部侧面图，该组件具有两行电阻尖弹簧针脚 7。一行在多层印刷电路板组件 36 的第一侧（图中可见是顶面），另一行在第二侧（底面）。图 5A 与图 4A 的相似之处在于二者都图示了电阻尖弹簧针脚 7 的柱塞部分 10 完全延伸（因此可能未接触目标信号）的情况。在它们处于这样的接触情况时，就会存在  $Z_x$  的情形，并表示需要进一步的压缩（探头组件 37 向工作电路组件上的目标电路接近）。这样可能相当于对测试

夹具进行调整，该测试夹具将东西相对于彼此夹持就位。

与图 4A 中一样，因为柱塞 10 的大部分或者全部长度 27 延伸到外壳 12 的末端 64 和 65 之外，造成了延伸到接地面 31 和 33 的边缘 62 之外的部分 28，所以会存在  $Z_x$ 。这些接地面与信号迹线 30 和 32 形成了传输线 34 和 35，电阻尖弹簧针脚 7 的各个顶部或底部焊接到所述传输线。电介质层 69 将信号迹线 30 与接地面 31 隔离开，而电介质层 70 将信号迹线与接地面 33 隔离开。两个接地面 31 和 33 由电介质层 71 隔离开，电介质层 71 与它们有共同的末端即边缘 62。电介质层 69、70 和 71 可以是 FR4 或其他适合的衬底材料。应当明白，边缘 62 不能向带有目标信号的工作电路组件（未示出）一直移到（图中向左），因为这样做可能会同工作电路组件产生机械干涉，并妨碍柱塞 10 运动到外壳 12 中。当然，这样会迫使必须保留至少一些  $Z_x$ ，而这是最不希望看到的。因此，电阻 13 的壳 73 所用的凸起 72 的起始处位于贴近（即上方或下方，这取决于是哪行触头）边缘 62 处，同时又可以将柱塞 10 再多压到外壳 12 中一些。由此，各种不同的压缩量会消除  $Z_x$ ，只允许保留某段长度的  $Z_0$ 。

因而，对它们的布置会使当所有的电阻尖弹簧针脚 7 分别接触其相应的目标信号时，所有的柱塞 10 都会被推入其相应外壳 12 中一段相应的量，使得对于所有的柱塞都没有  $Z_x$  存在。正如将要简单说明的，长度 29 的特征阻抗  $Z_0$  与传输线 34 和 35（可以是带状线）的  $Z_0$  相同，当然，传输线 34 和 35 选择与互连的同轴电缆组件 5 和 6 的特征阻抗相同的  $Z_0$ 。

现在转向图 5B，它是与图 5A 中的结构 37 类似的结构 38 的局部侧面图。一个不同之处在于长度 39 等于接地面 31 沿着朝工作电路组件和目标信号（为了简明，二者都未示出）的方向延伸到边缘 61 之外的距离 29。这样消除了讨厌的  $Z_x$ ，而只留下  $Z_0$ 。优选地，使柱塞 10 还没有最大程度地伸入外壳 12 中。另一个不同之处在于图 5B 还可以作为状态 38 的示意图，在状态 38 中，只有一行针脚 7，只设置在印刷电路板 36 的一侧。

（如同图 1 中的触头 7 的行 4 及其相关的电缆组件 6 一直不存在。）

图 5C 示出了与图 5B 非常类似的局部侧面图，只是长度 40 现在小于距离 29。与前面一样，没有了一开始的  $Z_x$ ，只留下了阻抗  $Z_0$  的一段长度

40 和某段新的长度 74，所述新的长度 74 约等于长度 29 减去长度 40（为了简明，忽略了边缘效应），其特征阻抗为某个未知的  $Z_y$ 。可以通过两种方式来降低发生  $Z_y$  重新引入了竭力要消除的  $Z_x$  这种问题的可能性。首先，可以是  $Z_y$  充分接近  $Z_0$ （例如到 10% 以内），因而可以不必担心，或者可以是，如果  $Z_y$  不充分接近  $Z_0$ ，那就使它充分接近。电阻 13 的壳采用特定介电常数可有助于此。第二，可以在使用时对夹具（未示出）进行调整，使图 5C 所示状态不发生或很少发生，并使得如果它确实发生，长度 74 也小到足以使  $Z_y$  可以简单地忽略掉。如果长度 74 足够小，那么为了将它“视为”一个重要的量所需的频率可能比 SUT 产生的最高频率或使用中的测试设备产生的最高频率之一或二者还要高。

在印制衬底上制造带状或共面传输线是广为人知的传统技术。它涉及如下关系

$$Z_0 = \sqrt{L/C}$$

其中  $L$ 、 $C$  是单位长度上的分布电感和电容量。对这种传输线的尺寸进行选择时考虑的特性是导体的尺寸、它们的间距以及隔开它们的介电常数。选择参数来确定直到边缘 61 和 63 的整个传输线 34 和 35 的  $Z_0$ ，是常规工作。当信号离开柱塞 10 并进入外壳/信号迹线组合中时，焊接到信号迹线 30 或 32 的针脚 7 的存在对于特征阻抗只有很小的影响。更感兴趣的是可以对区域 29 进行怎样的调整以使之具有与传输线 34 和 35 相同的  $Z_0$ 。

需要做的是保持区域 29 的  $L$  与  $C$  的比率与传输线 34 和 35 中一样。可以按照通常的习惯对传输线的分布式电抗特性进行理解，仿佛它们是非常大量的合适的较小但邻接的集总常数。在下面的讨论中，对于增加或减小  $C$  和  $L$  值的描述应当理解为单位长度上的值。（单位长度上的） $C$  受到距离和介电常数影响。 $C$  与距离成反比，距离增大一些将减小区域 29 中的  $C$ 。 $C$  与对电容元件进行隔离的介电常数成正比。区域 29 的空气介电常数是 1，而例如 FR4 的介电常数则通常取为 4。因为间隔距离增大以及介电常数很可能下降，最好的情况也只是保持不变，所以上述关系都倾向于减小区域 29 中的（单位长度上的） $C$ 。 $C$  还受到极板的有效面积或者说单位长度上的宽度的影响，它正比于有效面积（宽度）。 $L$ （在此情况下是单位长度上的自感）随着直径的减小而增大（正比于直径的倒数而增大）。

因此，需要做的是，增大或减小柱塞 10 的直径（改变 L），改变与（以前的）迹线 30 和 32 的宽度相比由于柱塞 10 直径变化而得到的宽度（对接地面 31 或 33 的有效极板面积）以及柱塞 10 在接地面 31 和 33 的延伸架 29 上方或离开架 29 的距离或高度（改变 C）。应当明白，传输线长度不影响它对  $Z_0$  的值。

例如，台阶区域 29 高度 76 为 0.0075"、中间电介质 69 和 70 为厚度 0.0020" 的 FR4，对于 0.003" 宽的信号迹线和直径 0.0130" 的柱塞将得到  $Z_0=50\Omega$ 。台阶区域 29 的高度 76 为 0.0020"、中间电介质 69 和 70 为厚度 0.0085" 的 FR4，对于 0.165" 宽的信号迹线和直径 0.0130" 的柱塞将得到  $Z_0=75\Omega$ 。

最后，参考图 6A 和图 6B。这些视图 41 和 59 图示的探头组件具有顶端不带电阻的弹簧针脚 42。图 6A 的视图 41 其他方面与图 5A 一致，图 6B 的视图 59 其他方面与图 5B 一致，特别是在可以有一行（图 6B，59）或两行（图 6A，41）弹簧针脚 42 这点上是一致的。

在这些图中，弹簧针脚 42 具有柱塞 43，柱塞 43 带有冠状尖端 60 或也许是某种其他形式的尖锐端。外壳 44 以与前面相同的方式容纳柱塞（参见图 2），并焊接到信号迹线 45 和 56，这些信号迹线接着与中间电介质层 46 和 55 一起对接地面 49 和 54 分别产生传输线 50 和 75。这些传输线具有特征阻抗  $Z_0$ ，所述特征阻抗与互连的柔性同轴电缆（例如图 1 中的 5 和 6，但是在图 6A-B 中未示出）匹配。柱塞 43 从外壳 44 的边缘 48/67 露出，所述边缘 48/67 与信号迹线/电介质层组合 45/46 和 56/55 对齐。上述对齐的位置是具有特征阻抗  $Z_0$  的区域 51 的一个边界，所述特征阻抗  $Z_0$  存在于下述范围之间，即从末端 47 开始，沿着伸出末端 47 之外的、位于露出的柱塞 43 下方直到末端 66 处的另一边界的接地面 49、54 这一段 51。如果有两行弹簧针脚 42，则还要有中间电介质层 53 来将两个接地面 49 和 54 隔离开。这样得到的是多层印刷电路板组件 57。

与图 5A 中的说明相应，在图 6A 中，当柱塞 43 延伸到接地面 49 的边缘 66 之外时，形成了长度 52 的  $Z_x$ 。

与图 5B 中的说明相应，在图 6B 中，没有  $Z_x$ ，只有长度 51 的  $Z_0$ 。



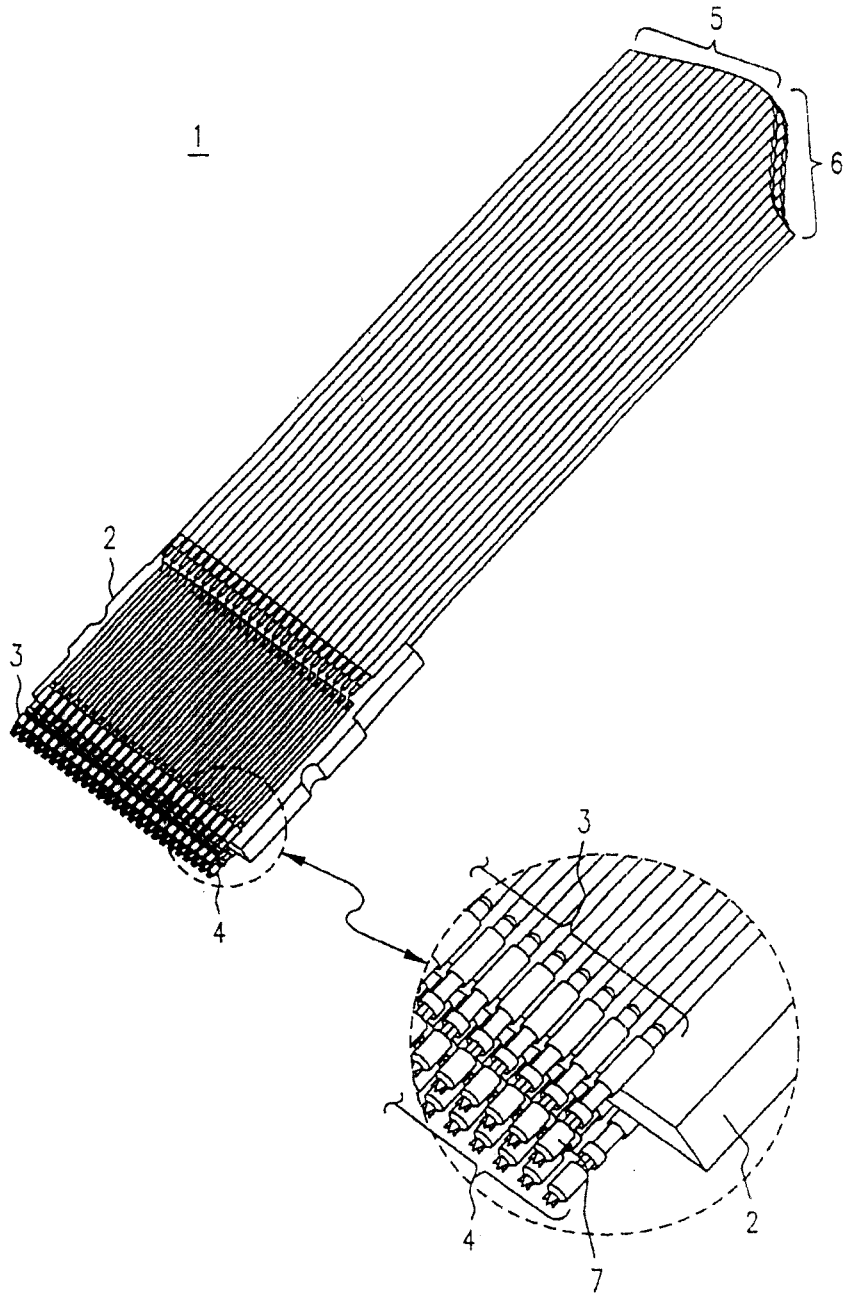


图1

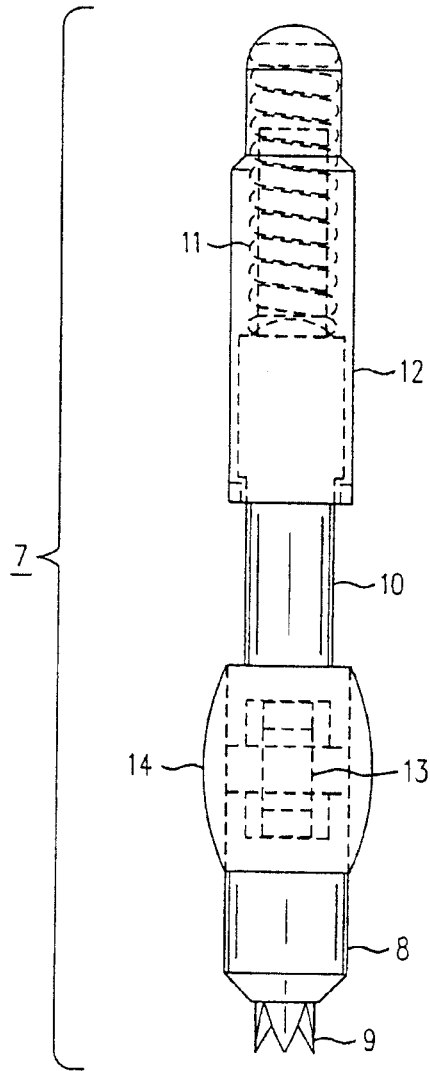


图2

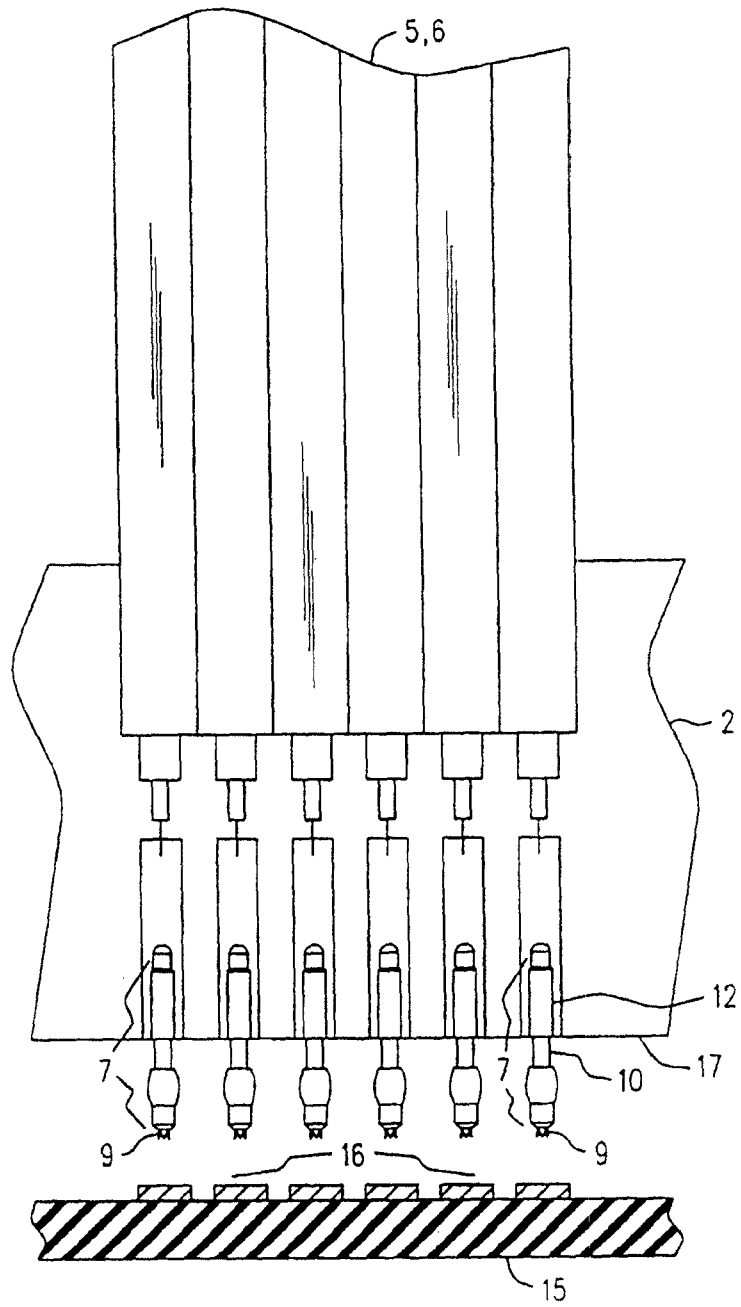


图3

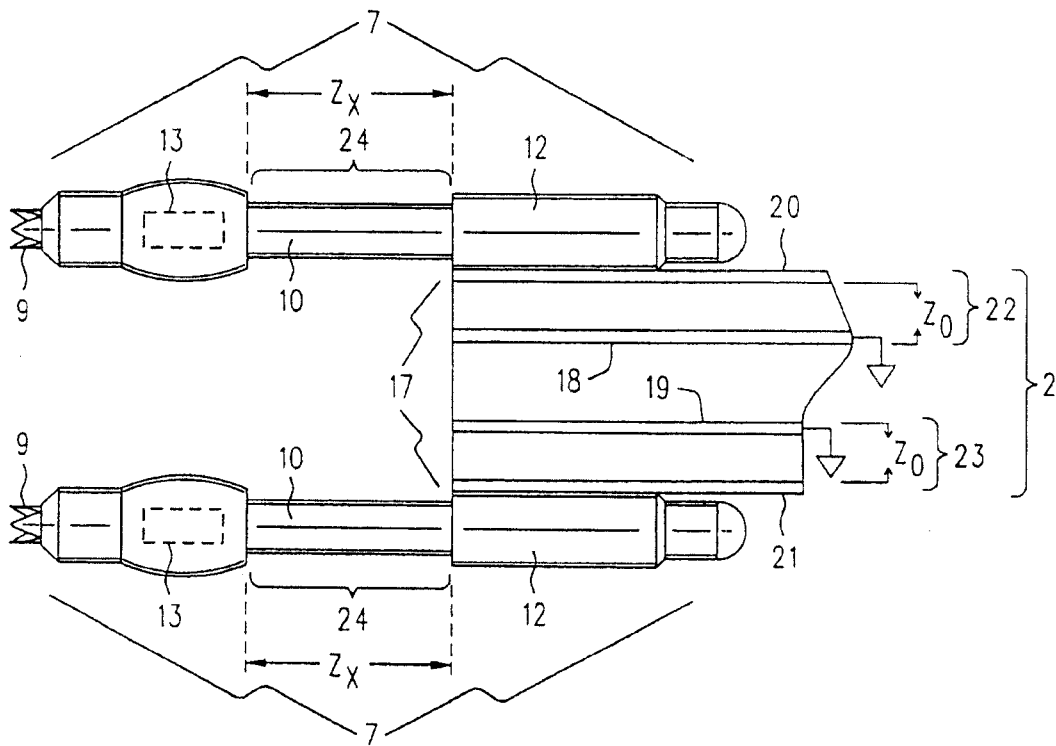


图4A

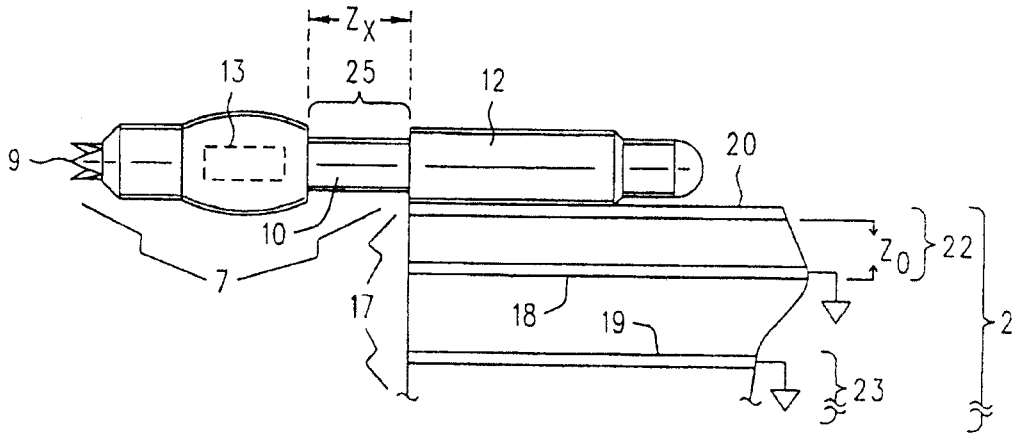


图4B

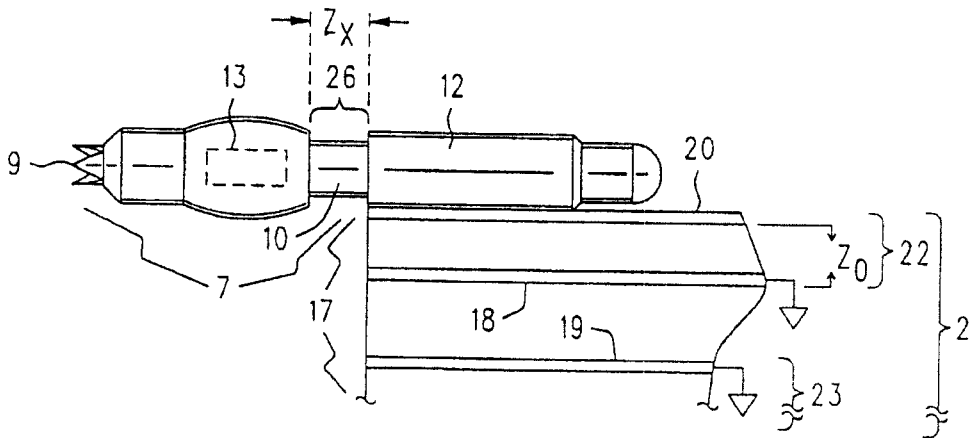


图4C

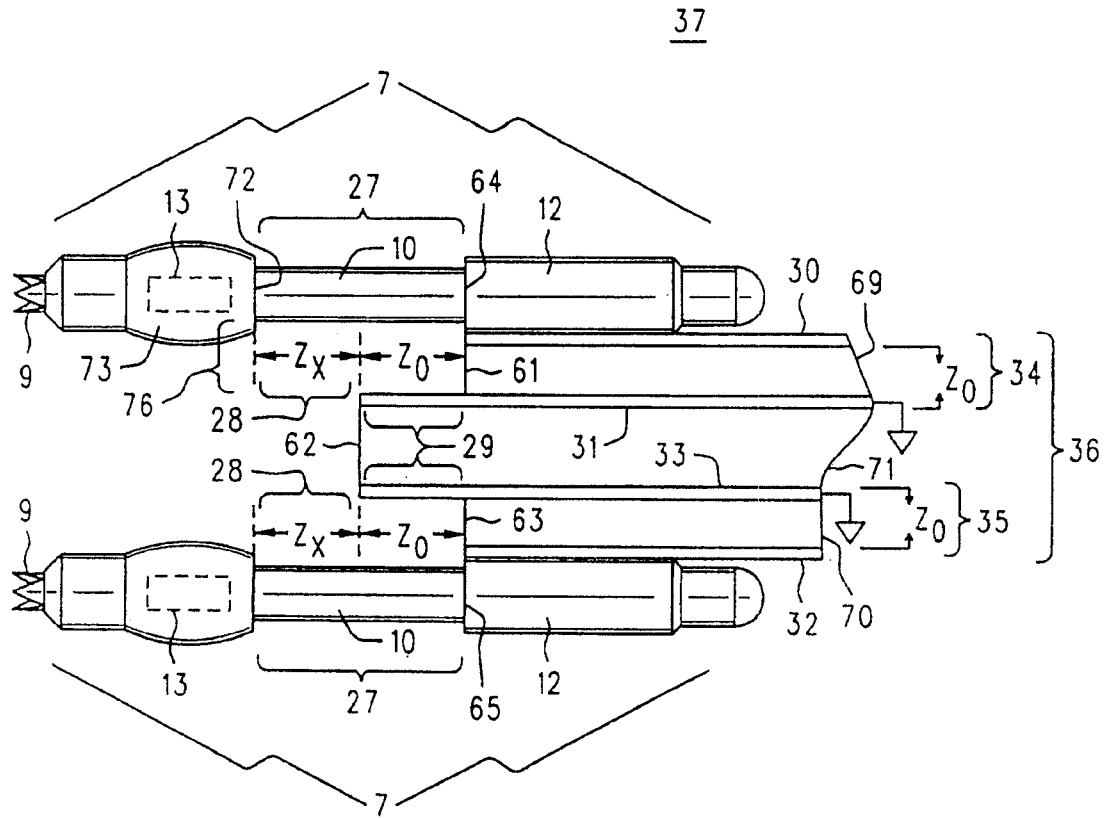


图5A

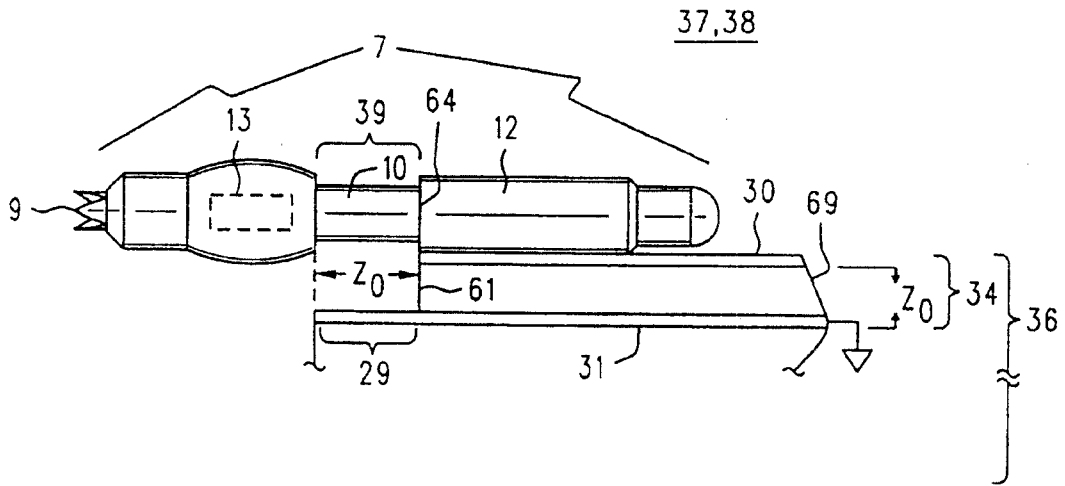


图5B

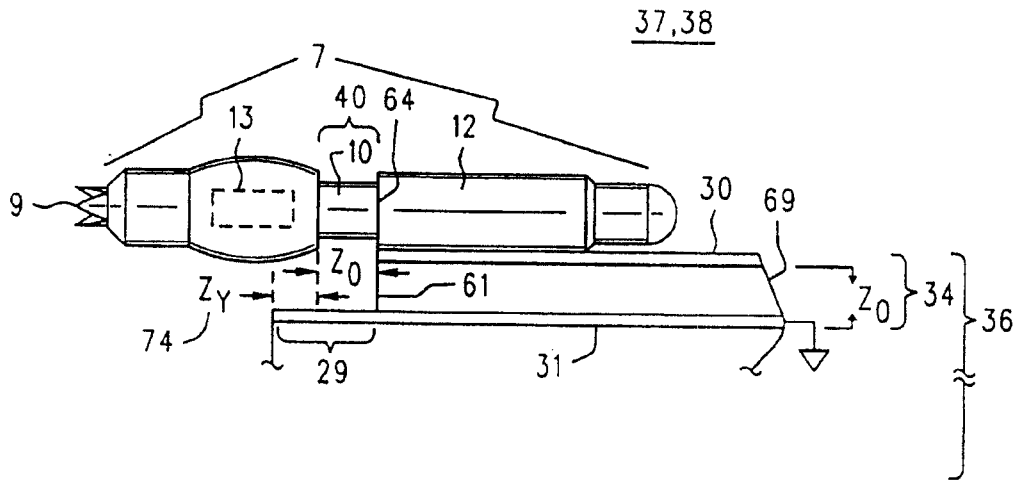


图5C

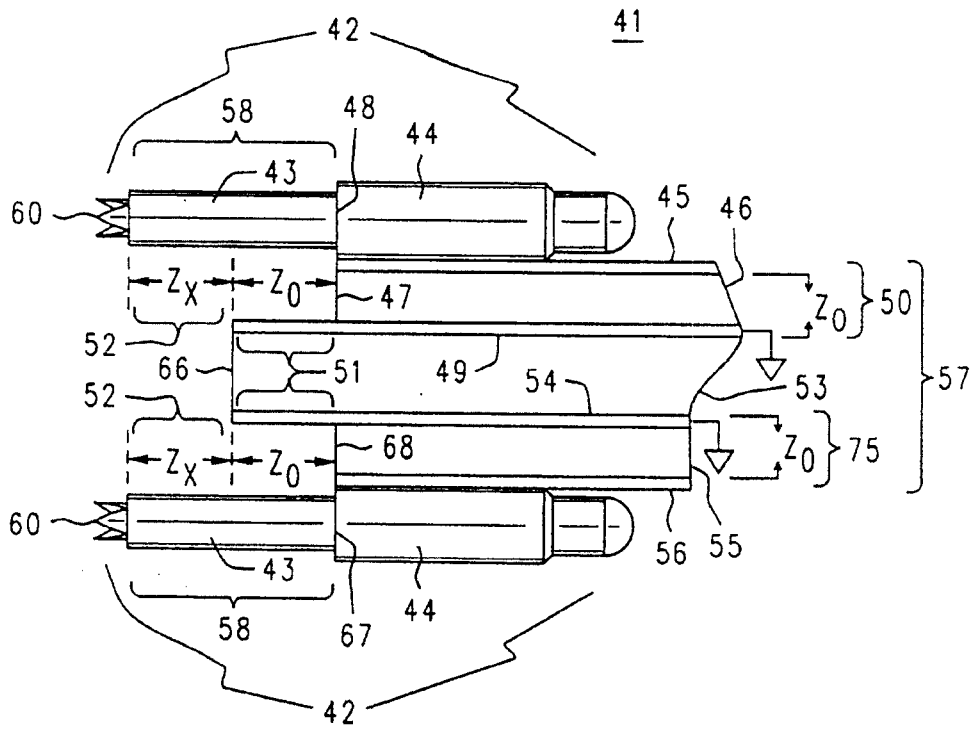


图6A

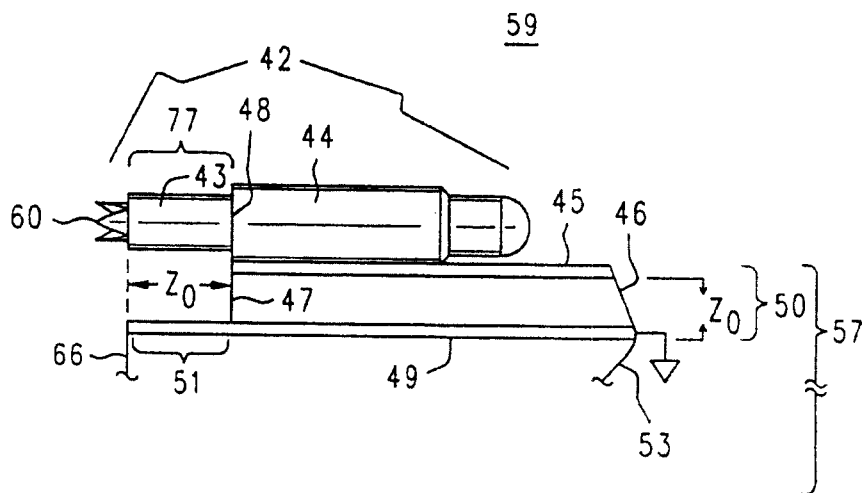


图6B