



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1707859 B

(45) 授权公告日 2011.08.17

(21) 申请号 200510071414.4

US 6483715 B1, 2002.11.19, 全文.

(22) 申请日 2005.05.11

US 6057743 A, 2000.05.02, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 冯连东

10/845,104 2004.05.14 US

(73) 专利权人 科马斯科普溶液器具公司

地址 美国内华达州 89431

(72) 发明人 阿米德·哈希姆

朱莉安·罗伯特·法尼

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51) Int. Cl.

H01R 13/00(2006.01)

H01R 24/00(2006.01)

H05K 1/02(2006.01)

H05K 1/16(2006.01)

(56) 对比文件

US 6168474 B1, 全文.

US 5700167 A, 1997.12.23, 全文.

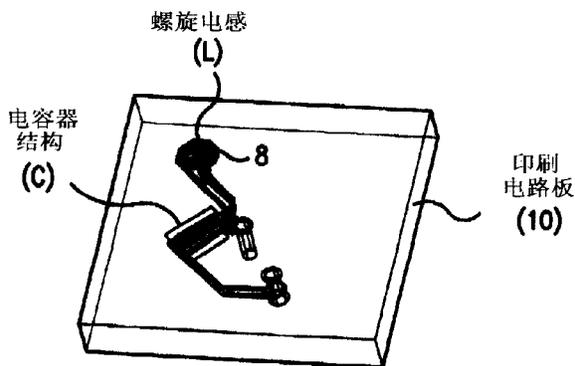
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 11 页

(54) 发明名称

应用频率相关有效电容的近端串音高频的改进

(57) 摘要

一种连接器被提供用来同时改进使用低串音插头时的 NEXT 高频率性能以及使用高串音插头时的 NEXT 低频率性能。此连接器包括设置在 PCB 的第一级区域上的 PCB 的内部金属化层上的第一补偿结构,和设置在 PCB 的第二级区域上,用于随着频率的增加而增加补偿电容的第二补偿结构。



1. 一种用于减低印刷电路板中的串音的线路结构,该印刷电路板包括多个衬底和多个该衬底之间的金属化层,其特征在于,此线路结构包括:

设置在印刷电路板的第一级区域上的印刷电路板的至少一层金属化层上的第一补偿结构;和

设置在印刷电路板的第二级区域上的用于随着频率的增加而增加补偿电容的第二补偿结构。

2. 如权利要求 1 所述的结构,其特征在于,其中第二补偿结构包括至少一个串联电感-电容组合,该串联电感-电容组合包括电感器和至少一个和该电感器串联的电容器。

3. 如权利要求 2 所述的结构,其特征在于,其中所述电感器被设置在印刷电路板的外部金属化层,该金属化层之上或者之下,或者在印刷电路板的内部。

4. 如权利要求 3 所述的结构,其特征在于,其中所述电感器是螺旋电感器。

5. 如权利要求 3 所述的结构,其特征在于,其中所述至少一个电容器包括:

与所述电感器串联并且设置在印刷电路板的第一金属化层上的第一交叉指形电容器;和

与所述电感器串联并且设置在印刷电路板的第二金属化层上的第二交叉指形电容器。

6. 如权利要求 2 所述的结构,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。

7. 如权利要求 1 所述的结构,其特征在于,其中第二补偿结构包括在印刷电路板的至少一个金属化层上的至少一个细长交叉指形电容器。

8. 如权利要求 7 所述的结构,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。

9. 如权利要求 7 所述的结构,其特征在于,其中第二补偿结构包括该至少一个细长交叉指形电容器,该细长交叉指形电容器为折叠式细长交叉指形电容器。

10. 如权利要求 9 所述的结构,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。

11. 如权利要求 2 所述的结构,其特征在于,其中串联电感-电容组合的所述至少一个电容器是印刷电路板的至少一个金属化层上的至少一个细长交叉指形电容器。

12. 如权利要求 11 所述的结构,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。

13. 如权利要求 11 所述的结构,其特征在于,其中所述至少一个细长交叉指形电容器是折叠式细长交叉指形电容器。

14. 如权利要求 13 所述的结构,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。

15. 如权利要求 1 所述的结构,其特征在于,其中第二补偿结构包括在印刷电路板的至少一个金属化层上的至少一个开路传输线。

16. 如权利要求 15 所述的结构,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。

17. 如权利要求 2 所述的结构,其特征在于,其中在第二补偿结构中与所述电感器串联的所述至少一个电容器是至少一个平板电容器。

18. 一种用于减低串音的连接器,其特征在于,包括:  
包括多个衬底和该衬底之间的多个金属化层的印刷电路板;  
设置在印刷电路板的第一级区域上的印刷电路板的至少一层金属化层上的第一补偿结构;  
设置在印刷电路板的第二级区域上,用于随着频率的增加而增加补偿电容的第二补偿结构;和  
设置在印刷电路板之上的至少一个导电触点。
19. 如权利要求 18 所述的连接器,其特征在于,其中第二补偿结构包括至少一个串联电感-电容组合,该串联电感-电容组合包括电感器和至少一个和该电感器串联的电容器。
20. 如权利要求 19 所述的连接器,其特征在于,其中所述电感器设置于印刷电路板的外部金属化层,该金属化层之上或者之下,或者在印刷电路板的内部。
21. 如权利要求 20 所述的连接器,其特征在于,其中所述电感器是螺旋电感器。
22. 如权利要求 20 所述的连接器,其特征在于,其中所述至少一个电容器包括:  
与所述电感器串联并且设置在印刷电路板的第一金属化层上的第一交叉指形电容器;  
和  
与所述电感器串联并且设置在印刷电路板的第二金属化层上的第二交叉指形电容器。
23. 如权利要求 19 所述的连接器,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。
24. 如权利要求 18 所述的连接器,其特征在于,其中第二补偿结构包括在印刷电路板的至少一个金属化层上的至少一个细长交叉指形电容器。
25. 如权利要求 24 所述的连接器,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。
26. 如权利要求 24 所述的连接器,其特征在于,其中所述至少一个细长交叉指形电容器为折叠式细长交叉指形电容器。
27. 如权利要求 26 所述的连接器,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。
28. 如权利要求 19 所述的连接器,其特征在于,其中串联电感-电容组合的所述至少一个电容器是在印刷电路板的至少一个金属化层上的至少一个细长交叉指形电容器。
29. 如权利要求 28 所述的连接器,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。
30. 如权利要求 28 所述的连接器,其特征在于,其中所述至少一个细长交叉指形电容器是折叠式细长交叉指形电容器。
31. 如权利要求 30 所述的连接器,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。
32. 如权利要求 18 所述的连接器,其特征在于,其中第二补偿结构包括在印刷电路板的至少一个金属化层上的至少一个开路传输线。
33. 如权利要求 32 所述的连接器,其特征在于,其中第一补偿结构包括至少一个交叉指形电容器或者至少一个平板电容器。
34. 如权利要求 19 所述的连接器,其特征在于,其中在第二补偿结构中与所述电感器

串联的所述至少一个电容器是至少一个平板电容器。

35. 一种用于减低印刷电路板中的串音的结构,该印刷电路板包括多个衬底和该衬底之间的多个金属化层,其特征在于,此结构包括:

设置在印刷电路板的第一级区域上的印刷电路板的至少一层金属化层上的补偿部分;  
和

设置于印刷电路板的第二级区域上,用于随着频率增加而增加补偿电容的装置。

## 应用频率相关有效电容的近端串音高频的改进

### 技术领域

[0001] 本发明涉及连接器中的近端串音 (NEXT) 补偿, 更具体地说, 涉及一种在多级补偿系统中通过设置频率相关有效电容消除或减小 NEXT 的技术。

### 背景技术

[0002] 在连接器中导体之间的噪声或者信号串扰被称作串音。在利用连接器的通讯装置中串音是个常见的问题。特别是, 在经常和电脑一起使用的模块插头与模块插孔紧密适配的通讯系统中, 插孔和 / 或插头中的电线 (导体) 产生近端串音 (NEXT), 即, 短距离临近位置的电线之间的串音。一个插头由于它的结构或者电缆线终止于其中的方式能够产生高串音或者低串音。带有高串音的插头在本文被称为高串音插头, 带有低串音的插头在本文被称为低串音插头。

[0003] 授予 Adriaenssens 等人的美国专利号 5997358 (以下称“‘358 号专利’) 描述了补偿此类 NEXT 的两级方案。“‘358 号”专利的全部内容通过引用结合在本文中。更进一步, 美国专利号 5915989 ; 6042427 ; 6050843 和 6270381 的主题内容也通过引用结合在本文中。

[0004] ‘358 号专利通过通常在插孔内分两级加入制造的或者人为的串音减小模块插头的电线对之间的 NEXT (原始串音), 因此适合于插头 - 插孔组合消除或者减小总体串音。此制造的串音在本文被称为补偿串音。这一想法通常在两级中利用电容器和 / 或电感补偿实现。这一想法能够这样实现, 例如, 将在连接器中被补偿的一对组合对中的一方的一个导体的通路相交两次, 因此提供了两级 NEXT 补偿。此方案比之在单级加补偿的方案更高效地减少 NEXT, 特别是, 就如经常发生的情况, 除了一段时间延迟后之外当补偿不能被引入时就更是如此。

[0005] 虽然有效, ‘358 号专利的 NEXT 补偿方案有一个缺点是, 相对于 Telecommunication Industry Association (TIA) 的限制线, 当高串音插头和插座一起使用时在低频 (大约 100MHz 以下) 处 NEXT 容限会有退化, 而当低串音插头和插座一起使用时在高频 (大约 250MHz 以上) 处 NEXT 容限会有退化。更具体地说, 当一个两级补偿的插头中的净补偿串音少于原始串音 (即, 当一个高串音插头插入插座时) 时, 插头 - 插座组合被称为补偿不足, 结果的 NEXT 频率特性将在低频上在零位插入某一频率点之前出现一个峰, 此频率点由级间延迟和补偿级的数量确定。然后 NEXT 数量频率响应的斜率从该零位前的较浅平的斜率转变为零位后陡峭的斜率, 因此导致 NEXT 在高频, 即在零位外的频率处迅速退化。

[0006] 另一方面, 当一个此类插头中的净补偿串音多于原始串音 (即, 当一个低串音插头插入插座) 时, 插头 - 插座组合被称为过补偿, 结果的 NEXT 频率特性将没有零位, 而 NEXT 频率特性的斜率在很高频率处将逐渐增加而趋向 60dB/decade, 大大超过 20dB/decade 的 TIA 限制斜率。

[0007] 因而, 当一个高串音插头和插座一起使用时, 虽然低频容限 (连接器的低频性能) 可以通过增加补偿水平改进, 但是当一个低串音插头和插座一起使用时这一行为将使高频

容限（连接器的高频性能）进一步退化。相反地，当一个低串音插头和插座一起使用时，虽然高频容限可以通过减小补偿水平改进，但是当一个高串音插头和插座一起使用时，这一行为将使低频容限进一步退化。

[0008] 因此，需要一种技术能够同时减少或者消除当使用低串音插头时在高频处的和当使用高串音插头时的低频处的 NEXT。

### 发明内容

[0009] 本发明克服了减少连接器中 NEXT 的相关技术的问题和限制。具体地说，本发明提供一种多级串音补偿方案，在此方案中组合的电容器耦合以这样的方式偏置：当频率增加时减少总的补偿水平，因此明显改进了连接器的高频 NEXT 的性能而不使低频 NEXT 的性能退化。这可以通过设置一个第一级补偿结构实现，这个第一级补偿结构有随着频率增加相对平坦的有效电容器响应，同时设置一个第二级补偿结构，这个第二级补偿结构有随着频率增加而增加的有效电容器响应。

[0010] 本发明改进了模块输出和面板的低频（例如 1-100MHz）串音性能以及高频（例如 250-500MHz；或者 500MHz 及以上）串音性能。

[0011] 本申请书的这些和另外的目的通过下文的详细描述将变得更清楚。但是，可以理解的是，虽然表明本发明的优选实施例，但这些详细描述和具体实例的给出仅仅是说明性的方式，因为对于本领域的熟练人士通过该详细描述在本发明的精神和范围内进行各种改进和修改将是很明显的。

### 附图说明

[0012] 通过以下的详细描述和附图本发明将被更充分地理解，这些附图仅是说明性的，因此并非对本发明的限制，其中：

[0013] 图 1 显示了应用于本发明的串联电感 - 电容器组合结构；

[0014] 图 2 是一个简化的印刷电路板 (PCB) 的透视图，图中显示了图 1 中串联电感 - 电容器组合可以怎样根据本发明的第一实施例实施的实例；

[0015] 图 3 是一个曲线图，图中显示了图 2 中显示的 PCB 结构的有效电容器对于频率响应的模拟实例；

[0016] 图 4A 是根据本发明的第一实施例的连接器的侧面图；

[0017] 图 4B 是根据本发明的第一实施例的图 4A 的 PCB 和 NEXT 补偿元件的顶视平面图；

[0018] 图 5 显示了根据本发明的第二实施例的交叉指形电容器的结构的实例；

[0019] 图 6 是一个曲线图，图中显示具有不同长宽比的交叉指形电容器的有效电容对于频率响应的模拟实例；

[0020] 图 7A 是根据本发明的第二实施例的连接器的侧面图；

[0021] 图 7B 是根据本发明的第二实施例的图 7A 的 PCB 和 NEXT 补偿元件的顶视平面图；

[0022] 图 8 是一个简化的 PCB 的透视图，图中显示了图 1 的串联电感 - 电容器组合可以怎样根据本发明的第三实施例实施的实例；

[0023] 图 9 是根据本发明的第四实施例的折叠式细长交叉指形电容器的实例；

[0024] 图 10 是一个简化的 PCB 的透视图，图中显示了图 1 的串联电感 - 电容器组合可以

怎样根据本发明的第五实施例实施的实例；

[0025] 图 11 是一个曲线图，图中作为一个实例比较了本发明的各个实施例的 NEXT 补偿 PCB 的有效电容对于频率响应的关系。

[0026] 图 12A 是根据本发明的第六实施例的连接器的侧面图；

[0027] 图 12B 是根据本发明的第六实施例的图 12A 的 PCB 和 NEXT 补偿元件的顶视平面图。

### 具体实施方式

[0028] 现在详细参考本发明的优选实施例，通过附图图解这些实施例的实例。在此申请书中，“级”是指补偿的位置，该补偿产生于补偿延迟点上。本发明提供了各种能够替代‘358 号专利中图 7A 的印刷线路板的印刷电路板 (PCB) 的结构。

[0029] 本发明提供了在连接器多级 NEXT 补偿系统的第二级的补偿结构。此第二级有随频率增加而增加的有效电容响应。根据本发明的不同具体实施例，这可以通过使用串联电感 (L)- 电容器 (C) 组合结构，高长 / 宽比的交叉指形电容器，折叠式细长交叉指形电容器，或者连接器中的开路传输线实现。

[0030] 图 1 显示了根据本发明的第一实施例的串联 L-C 组合结构。该 L-C 组合结构的有效电容 ( $C_{eff}$ ) 的公式如下所示：

$$[0031] \quad C_{eff} = \frac{C}{1 - (2\pi f)^2 LC}$$

[0032] 其中  $f$  是频率， $C$  代表电容器的电容量， $L$  代表电感器的电感量。从这个式子中可以看到，在小于串联 L-C 组合的谐振频率的频率处有效电容  $C_{eff}$  随频率增加而增加。谐振频率  $f_{res}$  被定义如下：

$$[0033] \quad f_{res} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

[0034] 根据本发明，选择  $L$  和  $C$  使谐振频率  $f_{res}$  发生在所研究带宽的最高工作频率以上。这样使有效电容随着频率增加而增加直到谐振频率  $f_{res}$ 。

[0035] 图 2 是一个简化的 PCB 的透视图，图中显示了图 1 的串联 L-C 组合结构怎样根据本发明的第一实施例实施。如图 2 所示，图 1 的串联 L-C 组合结构配备一个 PCB。这里，印刷电路的细节没有显示。在此例中电感  $L$  用一个螺旋状电感实施，该电感具有位于 PCB 的顶面上的螺旋结构。在此例中电容器  $C$  用这样的电容器结构实施，该结构由两个互相电气并联的位于 PCB 内层的交叉指形电容器构成。交叉指形电容器是指具有两个分别处于不同电位上的相互交错啮合的金属梳齿的共平面配置的电容器，并且是一种已知的电容器。电容器  $C$  通过诸如电镀的通孔的通路 8 电连接到电感  $L$ 。要注意的是根据本发明的第一实施例的目的，图 1 的串联电容器也可以通过使用构造在 PCB 的两层上的简单的平板电容器实现。

[0036] 图 3 是一个曲线图，图中显示了图 2 中显示的 PCB 结构的有效电容对于频率响应的模拟实例。这一曲线图通过利用 Ansoft 公司提供的已知的模拟软件“hfss”模拟。电容值在 100MHz 归一化到 1pF，此曲线图显示了图 2 中显示的 PCB 的有效电容随频率增加而增加。简单的平板电容器存在相似的反应情况。

[0037] 图 4A 和 4B 显示了根据第一实施例串联 L-C 组合结构如何被应用于这个实例中来补偿连接器中的 1-3 对 NEXT。图 4A 是根据本发明的第一实施例的连接器的侧面图,图 4B 是根据本发明的第一实施例的图 4A 的 PCB 和 NEXT 补偿元件的顶视平面图。

[0038] 参考图 4A 和 4B,连接器包括具有交叉渡越线 14 的弹簧触点 30 和一个 PCB10。插头 20 与连接器紧密配合。插头 20 可以是诸如电话线末端使用的插头或者用于连接个人电脑和墙上输出的接插线的模块插头。触点 30 可被焊接到或者压配合入位于 PCB10 上适当部分的电镀通孔 32 并可以是弹簧线触点。而且,触点 30 有一个电流承载部分 30b 和一个非电流承载部分 30a,其中部分 30a 和 30b 之间的分界线 BD 在图 4A 中被标明。触点 30 和 PCB10 可以被包容在诸如模块插口的外壳中,因此当插头 20 插入插口时,插头 20 上的电触点与 PCB10 上的电触点通过触点 30 紧密配合。

[0039] PCB10 是由树脂或者其它已知的适合作为 PCB 材料的原材料制成的多层板。在此例中,PCB10 由三个衬底 (S1-S3) 和四个金属化层 (ML1-ML4) 交替叠加而成。更具体地说,衬底和金属化层按以下次序叠加(从顶到底):ML1, S1, ML2, S2, ML3, S3, ML4。金属化层 ML1-ML4 的每一层都代表了形成于直接在该相应金属化层下的衬底的上表面上的金属导电图形。金属化层的某些部分通过诸如电镀通孔的一个或者更多的导体通路 32 相互相连以达到电连通。所示弹簧触点 30 形成于第一金属化层 ML1 上。

[0040] 弹簧触点 30 可以是多个导线对 P,每一个导线对 P 包括被标注为环 (r) 和尖 (t) 的触点。在图 4B 中设置了四对,它们是 (t1, r1), (t2, r2), (t3, r3) 和 (t4, r4)。环已知是导体的负极,尖已知是导体的正极。

[0041] 第一和第二对交叉指形电容器 40a 和 40b 作为第一级 NEXT 补偿的电容性补偿并且分别形成在 PCB10 的第二和第三金属化层 ML2 和 ML3 上或者作为其一部分。在此例中,在部分 30b 中的插孔弹簧被设置在交叉渡越线 14 后用于为电感性补偿做贡献也作为第一级补偿的一部分。在层 ML2 上的第一对交叉指形电容器 40a 在层 ML3 上重复作为第二对电容器 40b。第一对交叉指形电容器 40a 由设置在层 ML2 上的电容器 40a1 和 40a2 组成。第二对交叉指形电容器 40b 由设置在层 ML3 上的电容器 40b1 和 40b2 组成。第一对中的第一电容器 40a1 的末端分别通过一对电镀通孔 48a 和 48b 与环 r3 和 r1 电接触。第一对中的第二电容器 40a2 的末端分别通过一对电镀通孔 48c 和 48d 与尖 t1 和 t3 电接触。第二对交叉指形电容器 40b 是电容器 40b1 和 40b2,它们以和第一对交叉指形电容器 40a 同样的方式设置在层 ML3 上。通过电镀通孔 48a 和 48b,电容器 40a1 和 40b1 并联电相连。同样地,通过电镀通孔 48c 和 48d,电容器 40a2 和 40b2 并联电相连。

[0042] 更进一步,串联 L-C 组合结构作为第二级 NEXT 补偿结构被设置在 PCB 上。第一串联 L-C 组合结构包括螺旋电感 44 和第一和第二交叉指形电容器 46a 和 46b。螺旋电感 44 设置在第一金属化层 ML1 上或者在其之上,然而第一和第二交叉指形电容器 46a 和 46b 分别设置于第二和第三金属化层 ML2 和 ML3 上。以相似的方式,第二串联 L-C 组合结构包括螺旋电感 54 和第三和第四交叉指形电容器 56a 和 56b。螺旋电感 54 设置在第一金属化层 ML1 上或者在其之上,然而第三和第四交叉指形电容器 56a 和 56b 分别设置于第二和第三金属化层 ML2 和 ML3 上。在此例中,层 ML2 上的第一和第三电容器 46a 和 56a 在层 ML3 上分别被重复作为第二和第四电容器 46b 和 56b。通过电镀通孔 33a 和 32c,电容器 46a 和 46b 并联电连接。通过电镀通孔 33b 和 32f,电容器 56a 和 56b 并联电连接。

[0043] 在本申请书中,关于补偿电容的“重复”意味着完全相同地复制在所有指定的金属化层上。比如,电容器 40a 与电容器 40b 将具有完全相同的形状和尺寸并且将垂直地对齐。重复交叉指形电容器的理由是为了增加电容量而不必增加印迹(表面覆盖度)。此外可以使用更大印迹的交叉指形电容器而不需要这样的重复。另一方面,如果印刷电路板由更多金属化层构成,如果需要的话交叉指形电容器可以在超过两层的金属化层上重复以产生更小的印迹。需要注意的是在第一实施例的精神中,平板电容器可以被用来替代交叉指形电容器 46a、46b、56a 和 56b。此外第一级电容器 40a 和 40b 也可以使用平板电容器,例如,在以后将要讨论的图 10 中使用的那样。

[0044] 电感 44 与每个第一和第二交叉指形电容器 46a 和 46b 通过电镀通孔 33a 串联。电感 44 的一端通过电镀通孔 32b 与尖 t3 电相连。每个第一和第二电容器 46a 和 46b 都有一段通过电镀通孔 32c 与环 r1 电相连。以相似的方式,电感 54 与每个第三和第四交叉指形电容器 56a 和 56b 通过电镀通孔 33b 串联。电感 54 的一端通过电镀通孔 32e 与尖 t1 电相连。每个第三和第四电容器 56a 和 56b 都有一段通过电镀通孔 32f 与环 r3 电相连。

[0045] 根据本发明,作为两级补偿方法的第二级 NEXT 补偿,在此例中显示为 1-3 对组合的串联 L-C 组合结构的应用,如果插头 20 是低串音插头则改进了高频的性能,如果插头 20 是高串音插头则改进了低频的性能。以下将解释这一工作是如何实现的。

[0046] NEXT 归结于两个因素:电容耦合与电感耦合。两个紧密接近的导线将产生电容器耦合,然而流过其中的电流产生电感耦合。因此,当插头 20 与触点 30 紧密配合时,它不仅引入电容耦合还引入电感耦合。这些因素的加入都将导致近端串音或者 NEXT。

[0047] 为了减少或者补偿 NEXT,一般使用两级补偿。第一级与插头 NEXT 反相而第二级与插头 NEXT 同相。这在‘358 号专利中已知并已披露。与插头方向相关的补偿的方向如图 4A 中箭头 V1 至 V5 所示。

[0048] 此外,在连接器远端产生的串音被称为 FEXT。为了补偿这个参数,普通 NEXT 补偿的某些部分还必须包括电感部件。这一部件是所述两级补偿器的第一级中的一部分。这发生在正好在交叉跨越线 14 另一边的插孔弹簧导线的部分 30b 中。在这个补偿区域,补偿对于频率相对稳定。

[0049] 用于 NEXT 的第一级补偿的一个相当大的部分是电容补偿并且通过应用电容器 40a 和 40b 提供。在图 4A 和 4B 中,第一级的这一部分在起始于原始串音的最小延迟处,处于 PCB 的一个部分,在该部分其通过触点 30 的非电流承载部分 30a 直接电相连接到插头 20 的触点在此与触点 30 相交的地方。净第一级补偿指交叉跨越线 14 之前的电容部分加上正好在交叉跨越线 14 另一边的电感部分,与插头中产生的串音相反。第二级处于从第一级有进一步延迟之处,处于 PCB10 上的一个部分,在该部分与插头 20 的触点通过触点 30 的电流承载部分 30b 与触点 30 相交之处有一定的距离。它有与插头串音同方向的补偿方向。

[0050] 交叉指形电容器 40a 和 40b 被放置在内金属化层上作为第一级的一部分。串联 L-C 组合结构被放置在第二级。使大部分为电容性的而且没有加入的串联电感元件的第一级补偿的量对于频率的关系相对平坦。另一方面,通过在 PCB 层次中放置串联 L-C 组合结构,使第二级电容补偿随频率而增加。结果,由第一级补偿串音减去第二级补偿串音组成的连接器的净补偿串音(制造的串音)随着频率增加而降低。即,净补偿串音根据频率而可变,因此本发明在高频提供了比在适当位置没有串联电感而正常存在的补偿更低水平的补

偿串音。这使连接器中在高频的串音过补偿减到最小。此外频率相关的补偿在低频提供了高水平的补偿串音以使连接器中在低频的串音补偿不足减到最小。通过在高频提供低水平的补偿串音,当低串音插头插入插口时,本发明改进了连接器的高频容限。另一方面,通过在低频提供高水平的补偿串音,当高串音插头插入插口时,本发明改进了连接器的低频容限。

[0051] 另一个达到使有效电容随频率增加而增加的方法是开发如论文“交叉指形电容器及其在集总元件微波集成电路中的应用”(Gray D. Alley, IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-18, No. 12, Dec. 1970, pp. 1028-1033.) 所描述的交叉指形电容器的自谐振特性。在这篇论文中 Alley 指出交叉指形电容器在由其长宽比确定的频率上显示自谐振。

[0052] 如图 5 所示,交叉指形电容器 70 包括相互交错啮合的第一和第二梳齿 70a 和 70b, 和终端 72。指形电容器的长 (L) 和宽 (W) 如图所示定义。当指形电容器的长宽比 (L/W) 增加时,显示自谐振的频率降低。这表明,如果谐振频率保持在带宽之上,则在所研究的全部带宽上较高的有效电容增加率。这在图 6 中显示为一个曲线图,图中显示具有不同 L/W 比的交叉指形电容器的有效电容对于频率响应的关系。此曲线图显示了由 Ansoft 公司提供的软件“hfss”模拟的结果并且比较了不同的交叉指形电容器几何图形以及平板电容器的频率相关性。如图 6 所示,与具有长宽比为 1.27 和 0.195 的交叉指形电容器以及平板电容器相比较,具有长宽比为 10.39 的细长交叉指形电容器具有相对于频率增加的最高的有效电容增加率。为了此项比较,曲线图中所有的响应都在 100MHz 处归一化为 1pf。

[0053] 上述细长交叉指形电容器的自谐振特性被应用于在根据本发明的第二实施例的多级补偿系统中提供 NEXT 补偿。图 7A 是根据本发明的第二实施例的连接器的侧面图,图 7B 是图 7A 的 PCB 和 NEXT 补偿元件的顶视平面图。除了使用了不同类型的 NEXT 补偿元件外,第二实施例与第一实施例完全相同。具体地说,第一级补偿电容使用第一和第二平板电容器 50 和 51 实施,第二级补偿元件使用第一对细长交叉指形电容器 57a 和 58a 和第二对细长交叉指形电容器 57b 和 58b 实施。平板电容器如所知的是由两块各自处于不同电位的平行的金属板组成的电容器。

[0054] 第一平板电容器 50 的两块板(图 7A 中的 50a 和 50b) 分别形成于第二和第三金属化层 ML2 和 ML3 上。以同样的方式,第二平板电容器 51 的两块板分别形成于第二和第三金属化层 ML2 和 ML3 上。电容器 50 的板 50a 通过电镀通孔 48b 与环 r1 相连。电容器 50 的板 50b 通过电镀通孔 48a 与环 r3 相连。相似地,第二平板电容器 51 的板 51a 通过电镀通孔 48c 与尖 t1 相连,并且电容器 51 的板 51b 通过电镀通孔 48d 与尖 t3 相连。

[0055] 第一对细长交叉指形电容器 57a 和 58a 形成为金属化层 ML2 的一部分,第二对细长交叉指形电容器 57b 和 58b 形成为第三金属化层 ML3 的一部分。细长指形电容器 57a 和 57b 都有一段通过电镀通孔 32c 与环 r1 电连接,然而细长指形电容器 57a 和 57b 的另一端通过电镀通孔 32b 与尖 t3 电连接。因此,交叉指形电容器 57a 和 57b 设置成电气并联以获得较高电容。以相似的方式,每个细长指形电容器 58a 和 58b 都有一段通过电镀通孔 32f 与环 r3 电连接,然而细长指形电容器 58a 和 58b 的另一端通过电镀通孔 32e 与尖 t1 电连接。因此交叉指形电容器 58a 和 58b 设置成电气并联以获得较高电容。

[0056] 因此,通过在连接器的第一级设置平板电容器,使第一级补偿电容耦合的量对于

频率相对平坦。通过在连接器的第二级设置具有大 L/W 比的细长交叉指形电容器,使第二级补偿电容耦合随着频率而增加。结果,连接器的净补偿串音随着频率的增加而降低。

[0057] 在本发明的第三实施例中,将第一和第二实施例中的方法进行组合。具体地说,在第三实施例中,第二级补偿元件使用串联 L-C 组合结构实施,其中例如图 8 中所示的该结构包括与具有大 L/W 比的细长交叉指形电容器 74 串联并且设置在 PCB10 上的螺旋电感 72。即,除了每个第二级交叉指形电容器 46a, 46b, 56a 和 56b 被延长而具有大 L/W 比外,第三实施例中的连接器与图 4A 和 4B 中显示的第一实施例的连接器完全相同。

[0058] 在本发明的第四和第五实施例中,第二和第三实施例的方法可分别通过用折叠式细长交叉指形电容器代替图 8 中所示的高长宽比交叉指形电容器而实现。折叠式细长交叉指形电容器的实例显示于图 9 的分解图中。

[0059] 更具体地说,在第四实施例中,分别形成在如第二实施例的图 7A 和图 7B 中所示的 PCB 的金属化层 ML2 和 ML3 上的两个正规的细长交叉指形电容器 57a 和 57b,被一个设置在如图 9 中所示的金属化层 ML2 和 ML3 上的带有其各个层次的折叠式细长交叉指形电容器替代。以同样的方式,分别形成在如第二实施例的图 7A 和图 7B 中所示的 PCB 的金属化层 ML2 和 ML3 上的两个正规的细长交叉指形电容器 58a 和 58b,被一个设置在如图 9 中所示的金属化层 ML2 和 ML3 上的带有其各个层次的折叠式细长交叉指形电容器替代。

[0060] 除了第三实施例的图 8 中显示的正规的细长交叉指形电容器 74 被图 10 所示的折叠式细长交叉指形电容器 78 替代外,第五实施例与第三具体实施例完全相同。此折叠式细长交叉指形电容器 78 与图 9 所示的折叠式细长交叉指形电容器具有相同的结构。因为除了使用图 7A 和图 7B 中所示的细长交叉指形电容器以外,第三实施例与图 4A 和图 4B 所示的第一实施例完全相同,因此除了交叉指形电容器 46a, 46b, 56a 和 56b 被具有大 L/W 比的折叠式细长交叉指形电容器所代替以外,第五实施例简单地与图 4A 和图 4B 所示的第一实施例完全相同。

[0061] 更具体地说,在第五实施例中,分别形成在如第一实施例的图 4A 和图 4B 中所示的 PCB 的金属化层 ML2 和 ML3 上的两个正规的细长交叉指形电容器 46a 和 46b,被一个设置在第一和第二金属化层 ML1 和 ML2(例如如图 9 中所示)上的带有其各个层次的折叠式细长交叉指形电容器替代。以同样的方式,分别形成在如第二实施例的图 4A 和图 4B 中所示的 PCB 的金属化层 ML2 和 ML3 上的两个正规的细长交叉指形电容器 56a 和 56b,被一个设置在金属化层 ML2 和 ML3 上的折叠式细长交叉指形电容器替代。

[0062] 图 11 是一个曲线图,图中作为一个实例比较了本发明的第一、第四和第五实施例的有效电容对于频率响应的关系。该曲线图显示了由 Ansoft 公司所提供的软件“hfss”产生的模拟结果,并且在图中为了进行比较所有的响应在 100MHz 处归一化到 1pF。如图 11 中所示,根据第五实施例在第二级串联的螺旋电感和折叠式细长交叉指形电容器的组合(响应 80)产生随频率增加的有效电容,该值比用根据第一实施例(响应 81)或者第四实施例(响应 82)的方案所得到的值高。

[0063] 图 12A 是根据本发明的第六实施例的连接器的侧面图,图 12B 是图 12A 的 PCB 和 NEXT 补偿元件的顶视平面图。如 12A 和 12B 所示,除了开路传输线 92(92a、92b、92c 和 92d)被用作第二级补偿元件外,第六实施例与第二实施例完全相同。在该情况下,第一级补偿电容采用如第二实施例中的平板电容器 50 和 51 实施,第二级电容性补偿元件采用 PCB10 上

的第二金属化层 ML2 上的开路传输线 92 实施。这个实施例中的谐振产生在这样的频率上，传输线 92 的长度等于该谐振频率所对应的波长的四分之一。

[0064] 虽然图示了四层 PCB 结构，但很明显任何其他数量的 PCB 衬底和 / 或者金属化层都可以被用于 PCB。本发明的组合的连接器可以与外壳、绝缘移位连接器、插口弹簧触点等相关联。此外，上述实施例中各种结构和特征可以和其它的实施例结合或者被其他实施例替换。使用交叉指形电容器的场合可以用平板电容器或者分立式电容器所替代。此外电感可以使用图 4B 中显示的圆螺旋形之外的诸如椭圆螺旋、方螺旋、矩形螺旋、螺旋管的几何图形或者分立式电感实施。无论哪个使用交叉指形电容器的地方，这种电容器都可以相对于其他相应的交叉指形电容器被重复复制。在一个连接器中，某些交叉指形电容器可以在单个金属化层上或者多个金属化层上实施。

[0065] 虽然本发明通过上述附图所显示的实施例进行解释，对于本领域普通的熟练人员可以理解的是，本发明并不限于这些具体实施例，而是可以不背离本发明精神对其进行各种变化和改进。



图 1

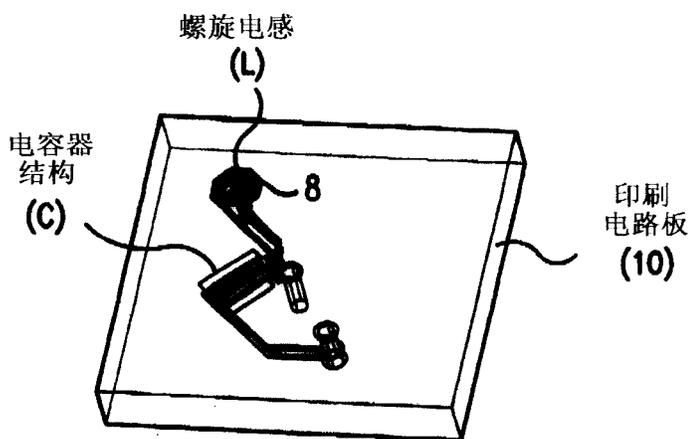


图 2

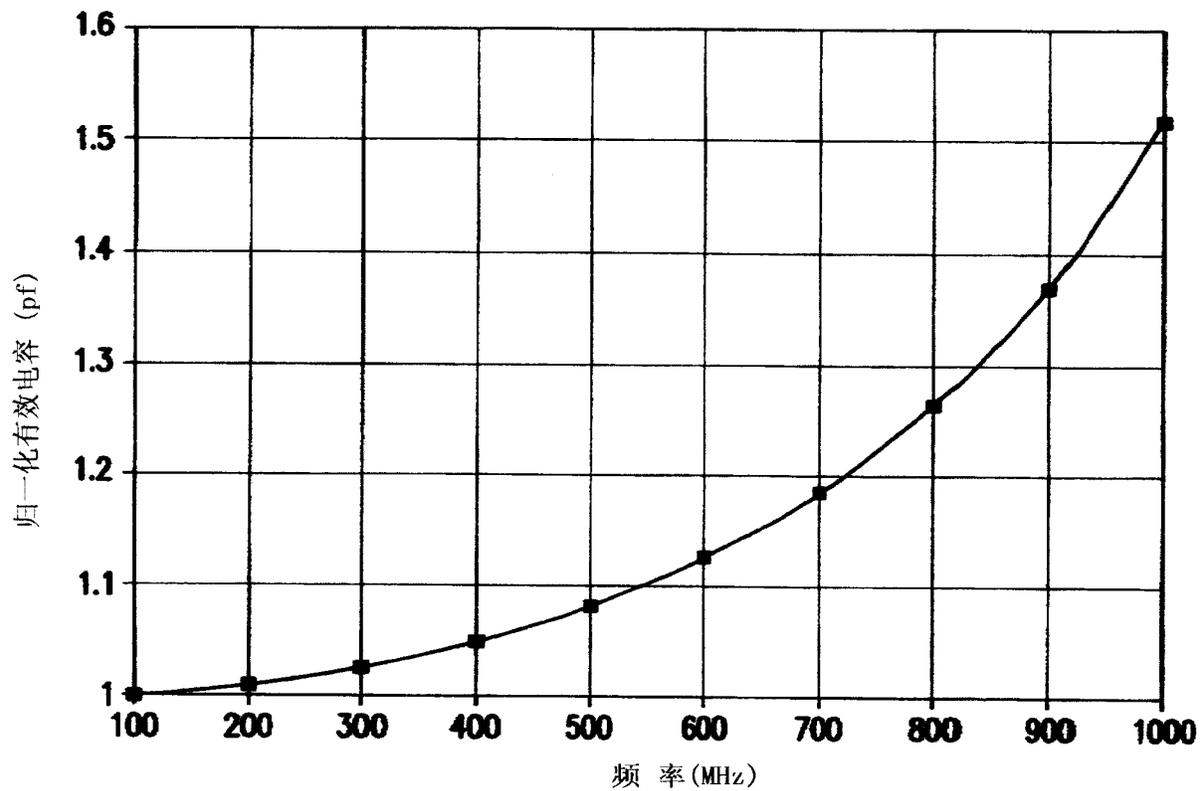


图 3

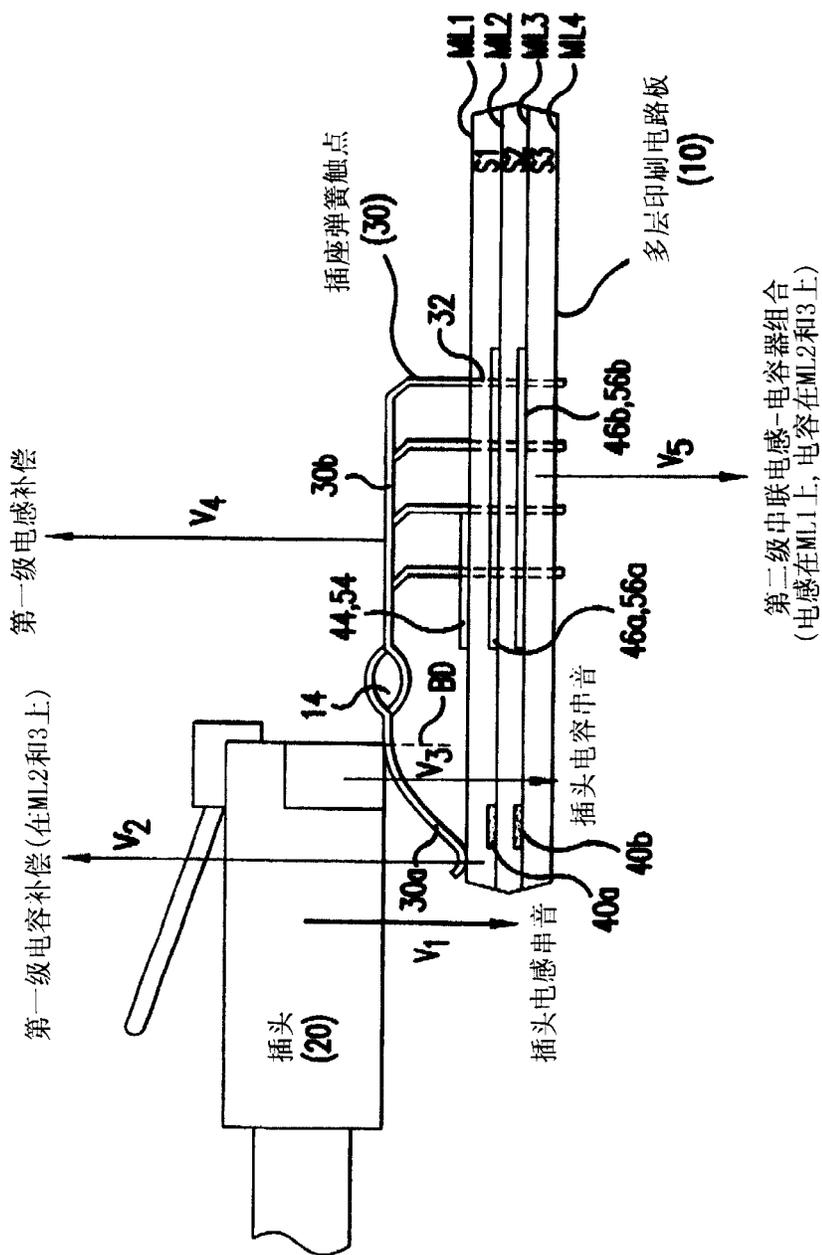


图 4A

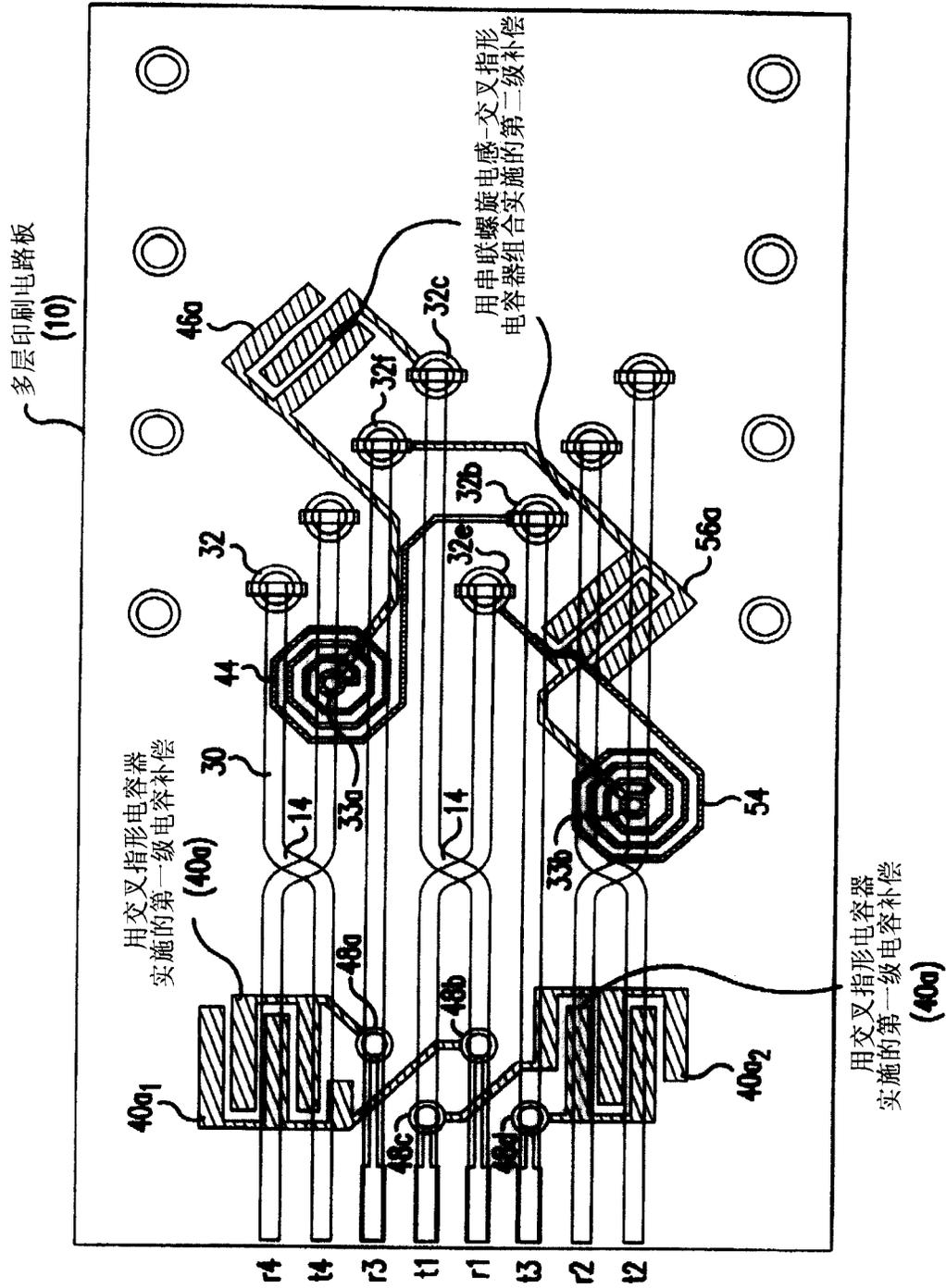


图 4B

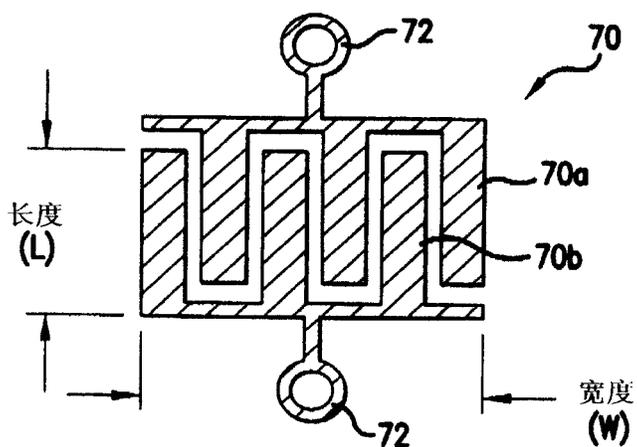


图 5

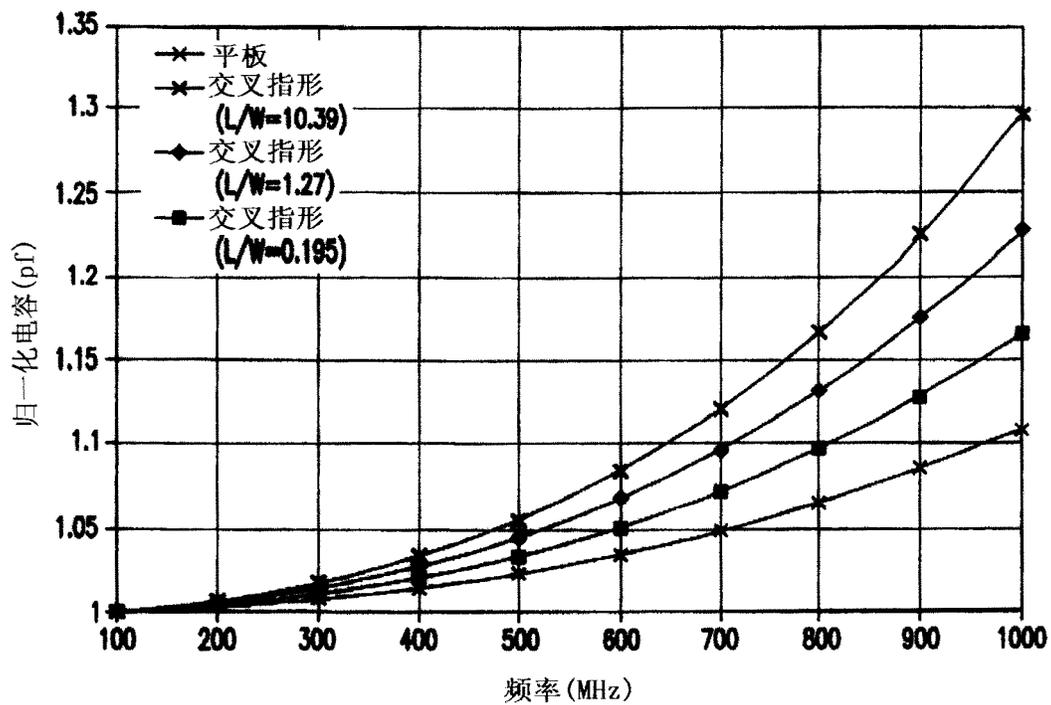


图 6

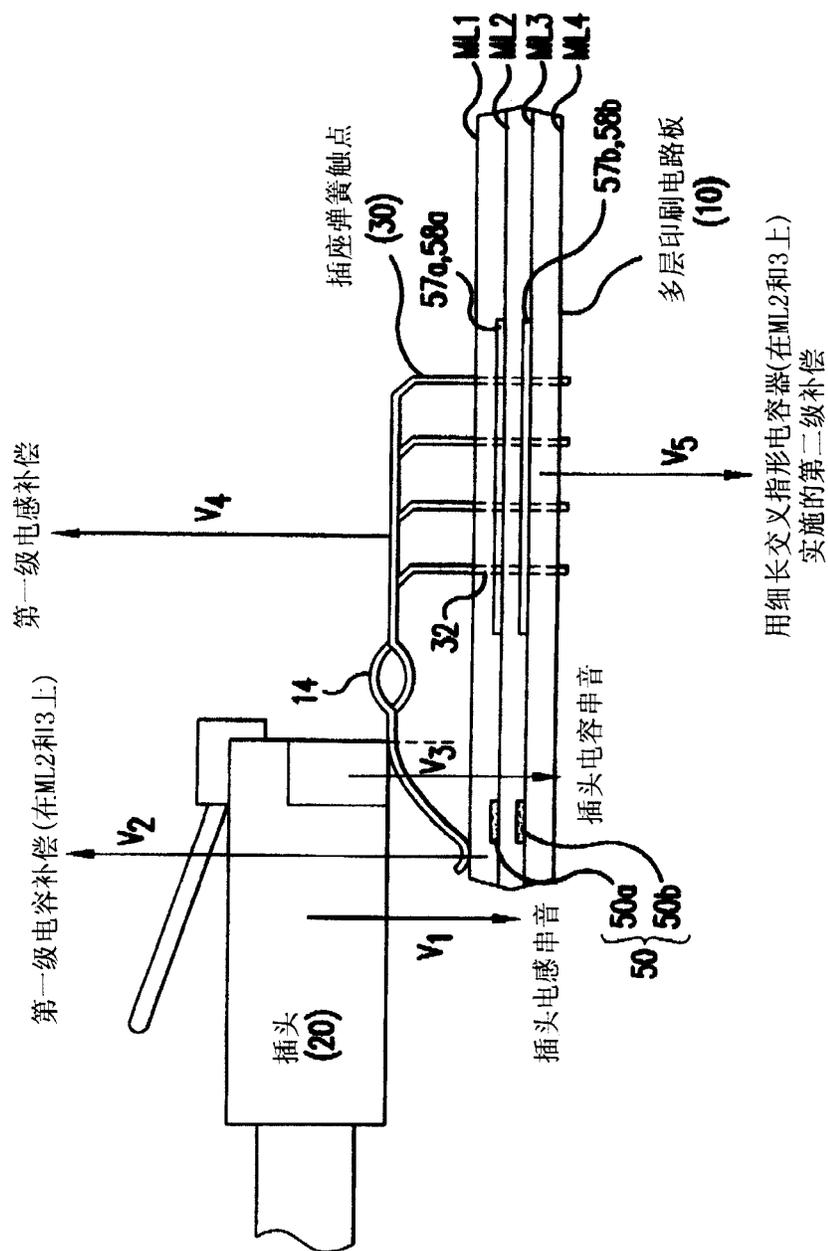


图 7A

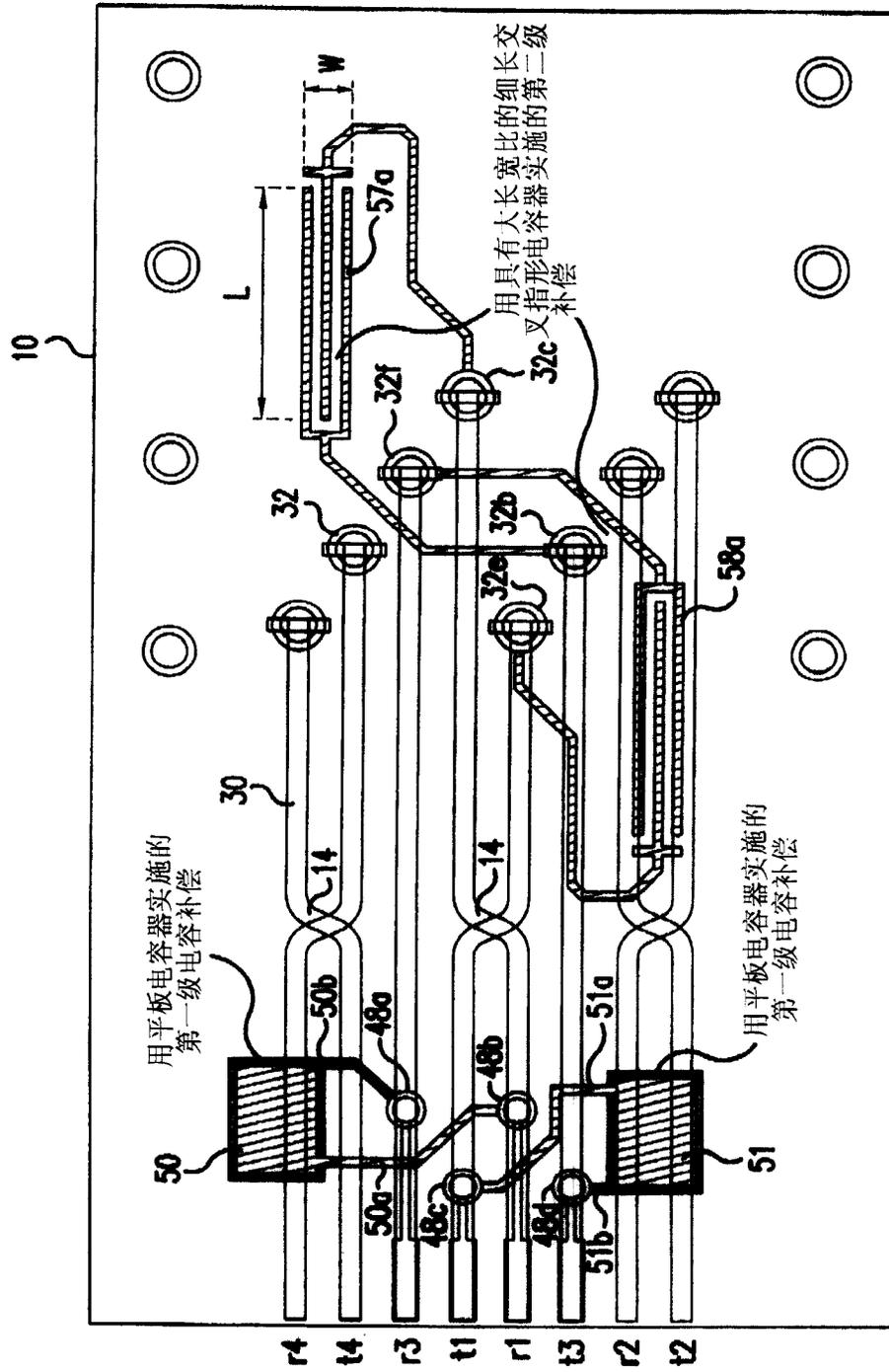


图 7B

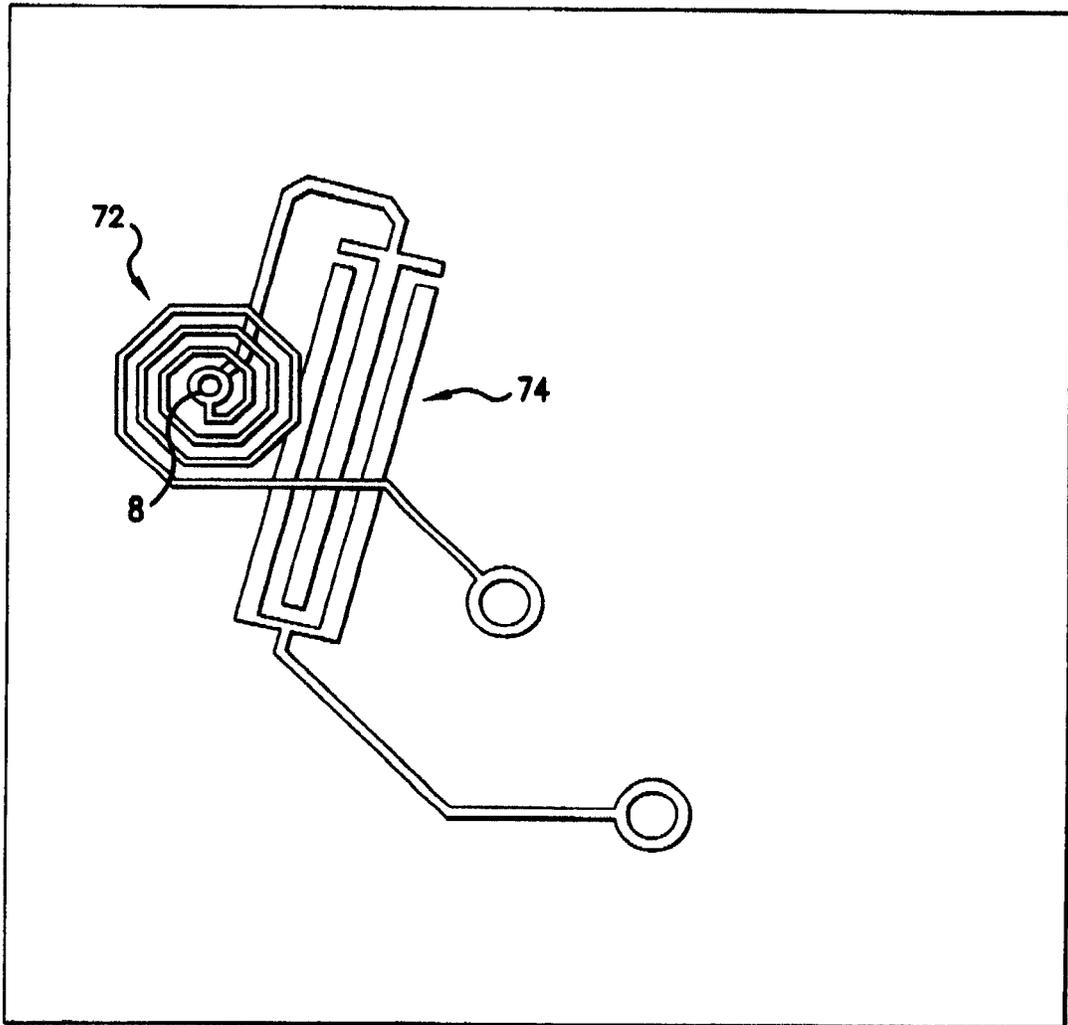


图 8

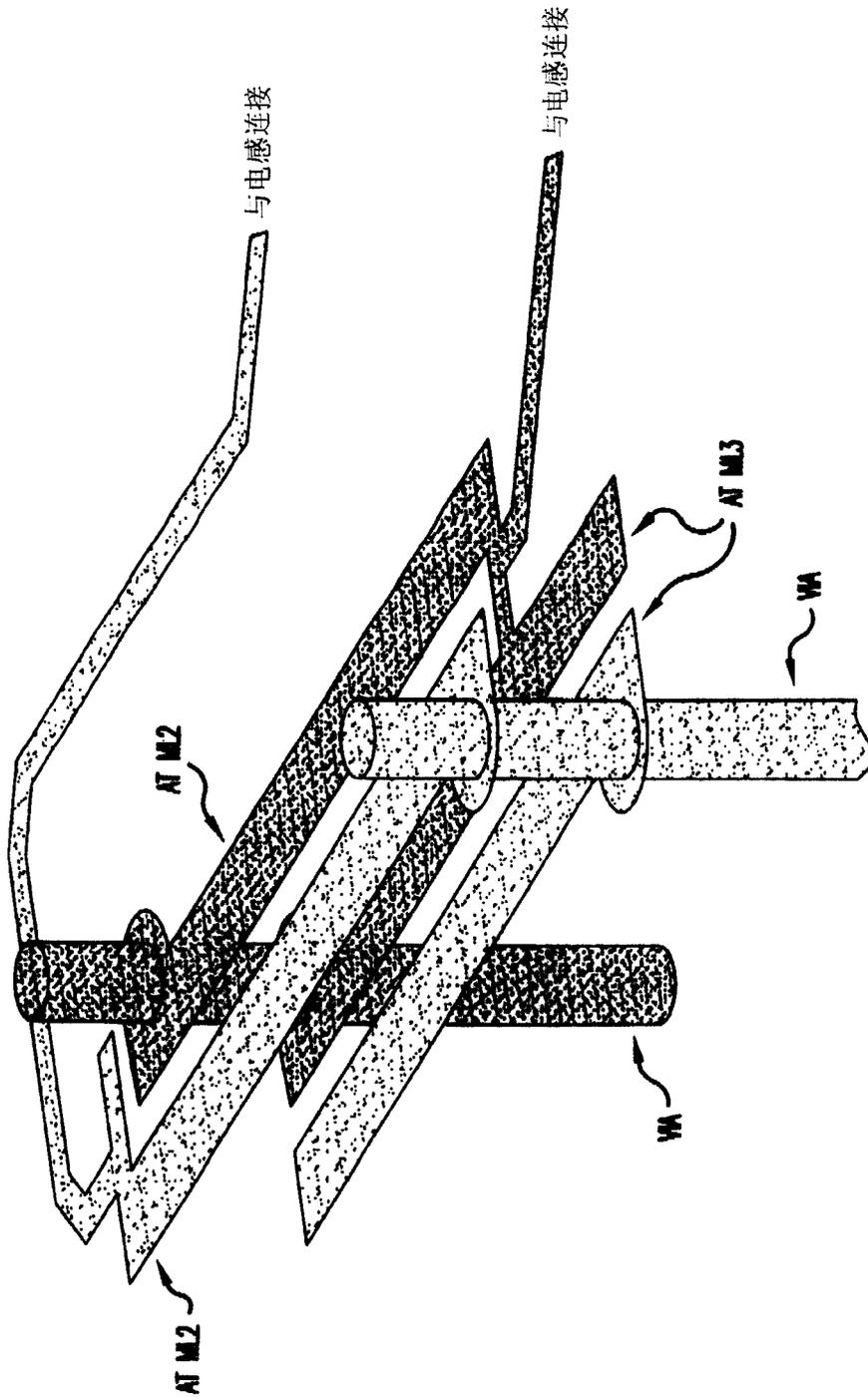


图 9

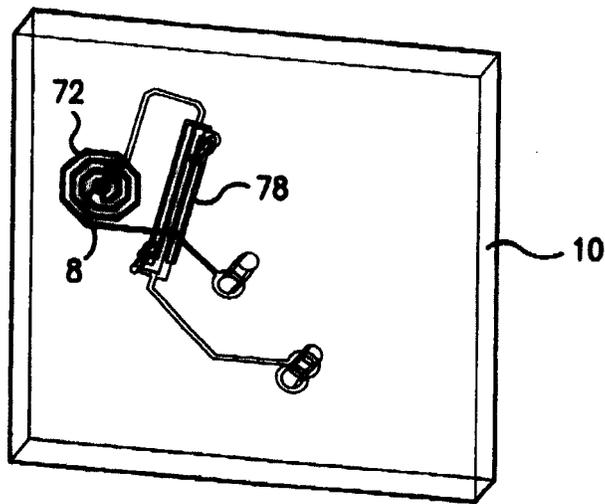


图 10

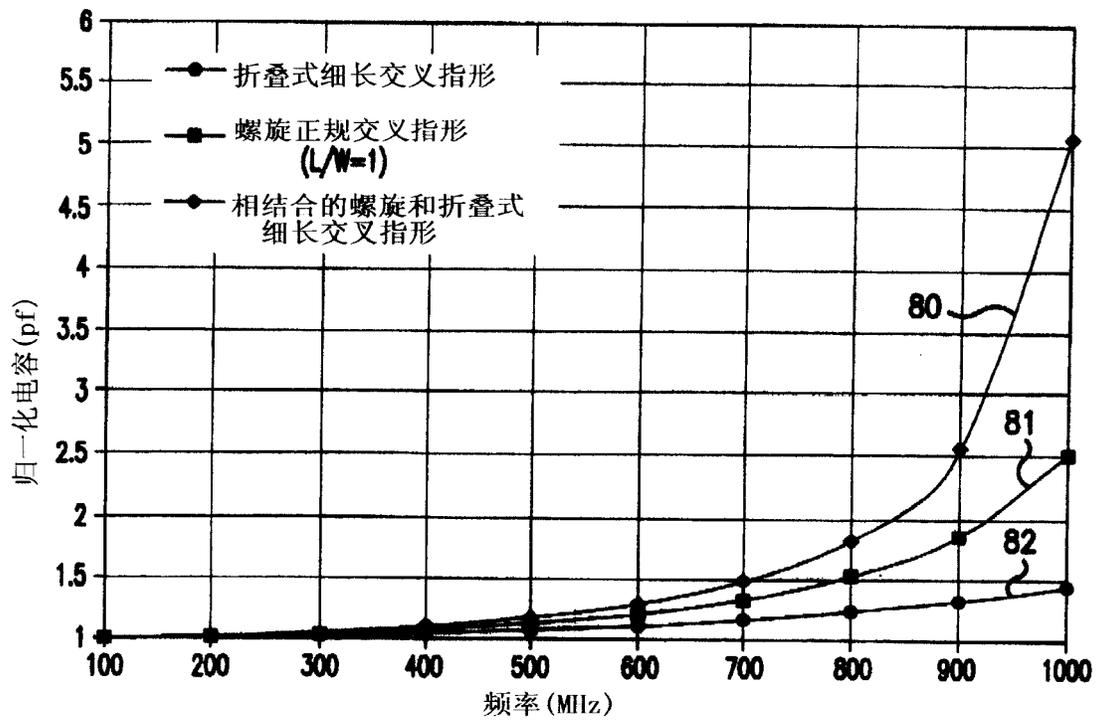


图 11

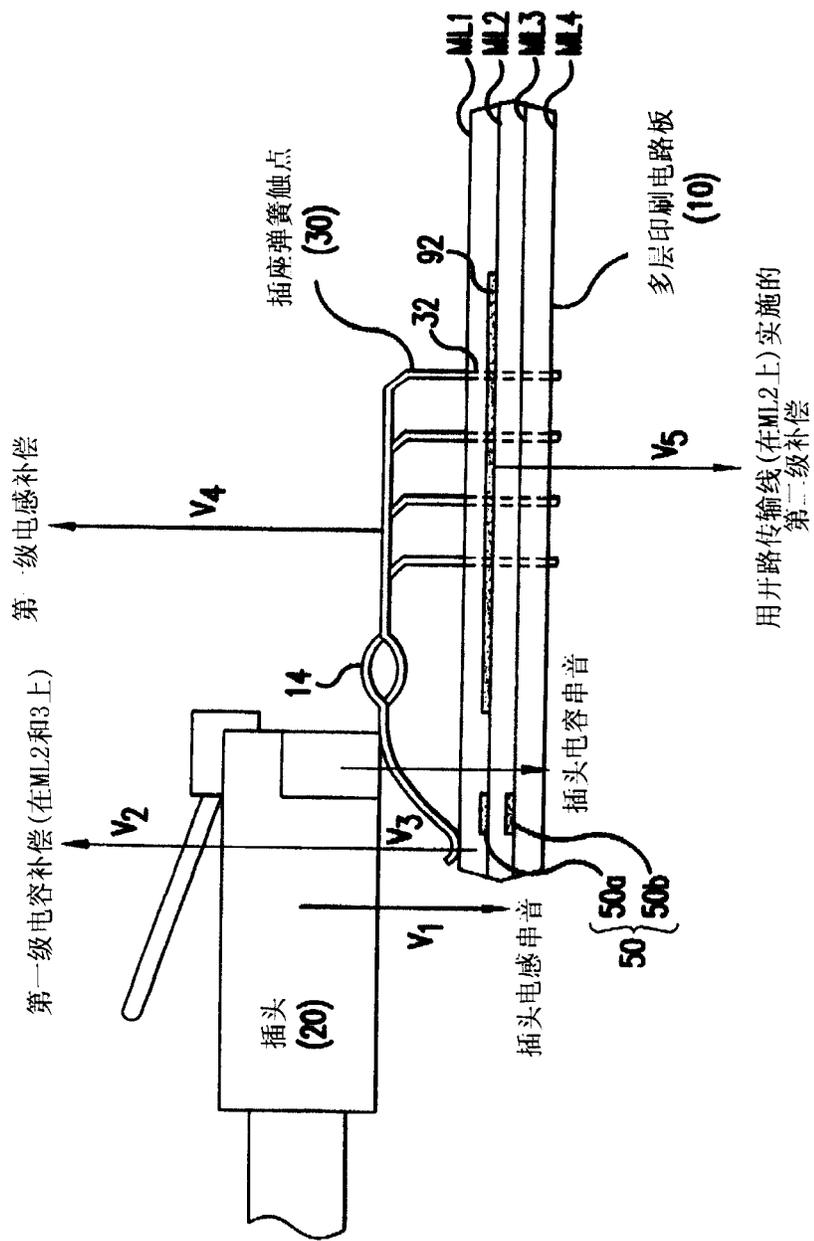


图 12A

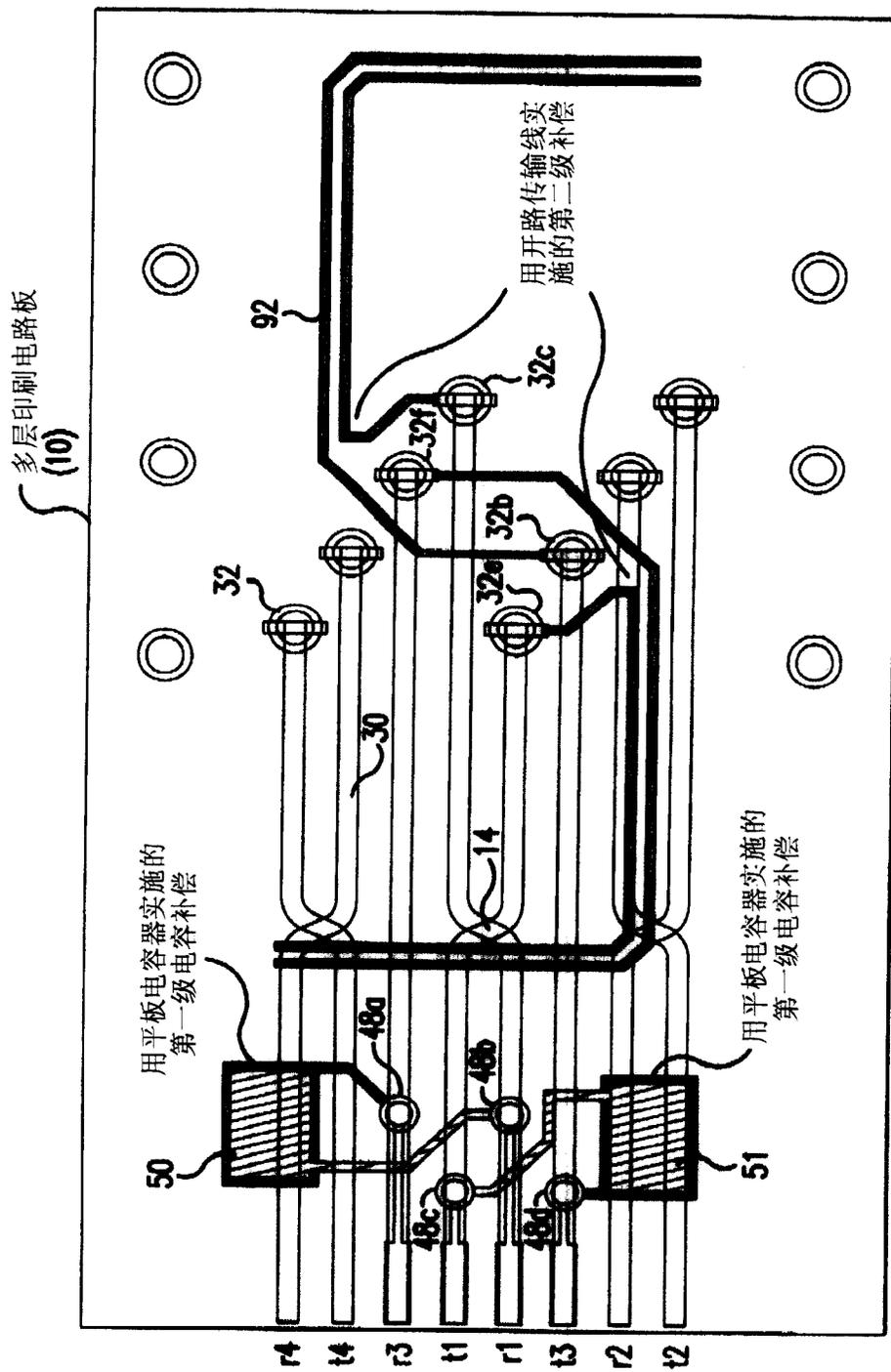


图 12B