(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101558559 B
(45)授权公告日 2013.01.30

(21)申请号 200880001111.7

(22)申请日 2008.08.11

(66)本国优先权数据
200710075714.9 2007.08.11 CN
200710124352.8 2007.10.31 CN
200710193881.3 2007.11.20 CN
200810080717.6 2008.02.05 CN

(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.05.14

(86)PCT申请的申请数据
PCT/CN2008/071940 2008.08.11

(87)PCT申请的公布数据
WO2009/021449 ZH 2009.02.19

(73)专利权人 阎跃军
地址 中国广东省深圳市福田区滨河路爱地大厦西座16D
专利权人 阎跃鹏

(72)发明人 阎跃军 阎跃鹏

(74)专利代理机构 深圳中一专利商标事务所 44237
代理人 张全文

(51)Int.Cl.
H03H 7/24(2006.01)

审查员 马春黎

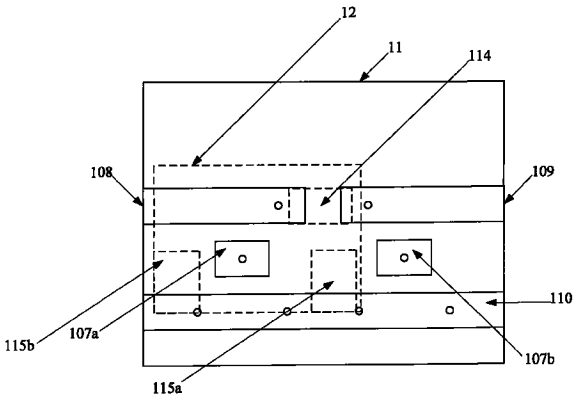
权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 19 页

(54)发明名称

一种可变衰减器

(57)摘要

本发明适用于通信电子领域，提供了一种可变衰减器，包括至少一级衰减器电路，衰减器电路至少包括信号输入端、信号输出端、共同接地端；信号输入端和信号输出端之间连接有第一串联电阻，形成一信号主电路；信号主电路上的一点与共同接地端之间连接有第一并联电阻；衰减器电路进一步包括：与第一串联电阻并联的第一并联开关；与第一并联电阻串联的第一串联开关。本发明实施例在可变衰减器的串联电阻两端并联接入并联开关，在并联电阻两端串联接入串联开关，在控制并联开关闭合以无效某级衰减量的同时，控制串联开关断开，以消除并联电阻对信号主电路的影响，使得衰减器的衰减量更稳定，精度更高，频率范围更宽。



CN 101558559 B

1. 一种可变衰减器，包括至少一级衰减器电路，所述衰减器电路至少包括信号输入端、信号输出端、共同接地端，所述信号输入端和所述信号输出端之间连接有第一串联电阻，形成一信号主电路；所述信号主电路上的一点与所述共同接地端之间连接有第一并联电阻，其特征在于，所述衰减器电路进一步包括：

与所述第一串联电阻并联的第一并联开关；

与所述第一并联电阻串联的第一串联开关；

所述第一并联开关和第一串联开关均采用一导电片实现的拨动型开关，所述导电片的宽度与信号微带线的宽度相同，通过改变所述导电片的开关方式，将衰减器的衰减量由 0 变换为预先设定的衰减量，或者由预先设定的衰减量变换为 0；

其中所述衰减器电路为 π 型衰减器电路，所述 π 型衰减器电路还包括第二并联电阻以及与其串联的第二串联开关，当第一并联开关闭合，第一串联开关与第二串联开关断开时，可变衰减器的衰减量为 0，当第一串联电阻并联的第一并联开关处于断开状态，与第一并联电阻串联的第一串联开关处于闭合状态，与第二并联电阻串联的第二串联开关处于闭合状态，可变衰减器的衰减量为预先设定值；或者

所述衰减器电路为 T 型衰减器电路，所述 T 型衰减器电路还包括与所述第一串联电阻串联的第二串联电阻，所述 T 型衰减器电路还包括并联于所述第二串联电阻两端的第二并联开关，当第一串联电阻上的第一并联开关处于闭合状态，第二串联电阻上的第二并联开关处于闭合状态，第一并联电阻的第一串联开关处于断开状态，可变衰减器的衰减量为 0，当第一串联电阻、第二串联电阻上的各开关处于断开状态，第一并联电阻的第一串联开关处于闭合状态，可变衰减器的衰减量为预先设定的衰减量；

所述可变衰减器的外壳封装可采用金属壳接同轴连接器封装、同轴连接器封装或塑胶 SMD 封装。

2. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述第一串联电阻、第一并联电阻、第一串联开关、第一并联开关、信号输入端、信号输出端或共同接地端制作在不同的基体或起开关作用的绝缘物上。

3. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述衰减器电路为 π 型衰减器电路，所述第一并联电阻连接于所述信号输入端和所述共同接地端之间，所述第二并联电阻连接于所述信号输出端和所述共同接地端之间。

4. 如权利要求 3 所述的可变衰减器，其特征在于，所述可变衰减器包括两级或两级以上级联的 π 型衰减器电路，上一级 π 型衰减器电路的信号输出端作为下一级 π 型衰减器电路的信号输入端。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的可变衰减器，其特征在于，所述第一串联电阻、第一并联电阻、第二并联电阻、第一串联开关、第二串联开关、第一并联开关、信号输入端、信号输出端或共同接地端制作在不同的基体或起开关作用的绝缘物上。

6. 如权利要求 3 所述的可变衰减器，其特征在于，所述 π 型衰减器电路采用分布式电阻等效结构设计。

7. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述衰减器电路为 T 型衰减器电路，所述第一串联电阻的一端连接所述信号输入端，所述第二串联电阻的一端连接所述信号输出端；所述第一并联开关并联于所述第一串联电阻两端；所述第一并联电阻一端与所述信

号主电路相交的结点置于所述第一串联电阻以及第二串联电阻之间。

8. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述衰减器电路为 T 型衰减器电路，所述 T 型衰减器电路还包括与所述第一串联电阻串联的第二串联电阻，所述第一串联电阻的一端连接所述信号输入端，所述第二串联电阻的一端连接所述信号输出端；所述第一并联开关并联于所述第一串联电阻以及所述第二串联电阻串联后的两个端点之间；所述第一并联电阻一端与所述信号主电路相交的结点置于所述第一串联电阻以及第二串联电阻之间。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的可变衰减器，其特征在于，所述第一串联电阻、第二串联电阻、第一并联电阻、第一串联开关、第一并联开关、第二并联开关、信号输入端、信号输出端或共同接地端制作在不同的基体或起开关作用的绝缘物上。

10. 如权利要求 7 或 8 所述的可变衰减器，其特征在于，所述 T 型衰减器电路采用分布式电阻等效结构设计。

11. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述第一串联开关置于所述第一并联电阻和所述共同接地端之间，或置于所述第一并联电阻与信号主电路之间。

12. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述至少一级衰减器电路为两级以上衰减器电路，所述衰减器电路进一步包括至少一个改善电路，所述改善电路包括第三并联电阻以及一电路开关；所述电路开关的一端连接于所述两级以上衰减器电路的信号输入端、信号输出端或信号主电路上的级联间，其另一端连接所述第三并联电阻的一端；所述第三并联电阻的另一端置于微带端子上、或通过电容或电感接地、或直接接地。

13. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述至少一级衰减器电路置于一基体或起开关作用的绝缘物上，所述第一串联电阻、第一并联电阻以及所述第一串联开关、第一并联开关在所述基体的同一层或不同层。

14. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于：所述可变衰减器直接置于同轴连接器内。

15. 如权利要求 1 所述的可变衰减器，其特征在于，所述第一串联电阻或第一并联电阻采用贴片电阻、薄膜电阻、厚膜电阻、嵌入电阻或印刷电阻中的一种或几种的组合。

16. 一种可变衰减器，包括至少一级桥型衰减器电路，所述桥型衰减器电路至少包括信号输入端、信号输出端、共同接地端，所述信号输入端和所述信号输出端之间连接有一串联电阻，形成一信号主电路；所述串联电阻的两端分别各自连接一桥臂电阻，所述两个桥臂电阻的另一端连接于一结点，所述结点与所述共同接地端之间连接有一并联电阻，其特征在于，所述衰减器电路进一步包括：

与所述串联电阻并联的并联开关；

与所述并联电阻串联的串联开关；

所述并联开关和串联开关均采用一导电片实现的拨动型开关，所述导电片的宽度与信号微带线的宽度相同，通过改变所述导电片的开关方式，将衰减器的衰减量由 0 变换为预先设定的衰减量，或者由预先设定的衰减量变换为 0；

所述可变衰减器的外壳封装可采用金属壳接同轴连接器封装、同轴连接器封装或塑胶 SMD 封装。

17. 如权利要求 16 所述的可变衰减器，其特征在于，所述串联开关置于所述并联电阻

和所述共同接地端之间。

18. 如权利要求 16 所述的可变衰减器，其特征在于，所述至少一级桥型衰减器电路置于一基体或起开关作用的绝缘物上，所述串联电阻、所述并联电阻以及所述串联开关、所述并联开关在所述基体的同一层或不同层。

19. 如权利要求 16 所述的可变衰减器，其特征在于，所述串联电阻或并联电阻采用贴片电阻、薄膜电阻、厚膜电阻、嵌入电阻或印刷电阻中的一种或几种的组合。

一种可变衰减器

技术领域

[0001] 本发明属于通信电子领域，尤其涉及一种可变衰减器。

背景技术

[0002] 在电子部件家族里，可变衰减器是电路和系统中常用的基本部件之一。可变衰减器的存在，使电路制作和系统的调试变得更加灵活，方便。在几百 MHz 以下的电路和系统中，可变衰减器已得到广泛地应用。

[0003] 可变衰减器一般提供固定范围内的连续衰减器值，而在某些实际场合，用户只需使用连续衰减器值中的几个固定值。现有技术通过可变衰减器级联一个或多个无源固定衰减器构成分段可变衰减器，在各衰减器的并排处，有一个信号线，通过开关在衰减器与该信号线间进行切换，当信号通过该信号线时，即不经过该衰减器时，衰减量为零，反之可有一个步进衰减量。这一方法是通过切换信号主电路来实现衰减量的改变。但在切换时，尤其靠机械或手动切换时，信号主电路上会出现一个强烈的反射（突变），有时这个反射会烧坏前一级的功率管。还有一种方法，通过导电片或电控开关将一个或多个无源固定衰减器分段无效掉，实现可变衰减器的分段定量可调。但该方法没有完全将衰减器从信号主电路分离掉，不能很好地实现衰减量的改变。

发明内容

[0004] 本发明实施例的目的在于提供一种可变衰减器，旨在解决通过现有分段可变衰减器调节衰减量时，在切换信号主电路过程中，信号主电路出现反射，以及不能完全将衰减器从信号主电路分离掉，造成不能很好地实现衰减量的改变的问题。

[0005] 本发明实施例是这样实现的，一种可变衰减器，包括至少一级衰减器电路，所述衰减器电路至少包括信号输入端、信号输出端、共同接地端，所述信号输入端和所述信号输出端之间连接有第一串联电阻，形成一信号主电路；所述信号主电路上的一点与所述共同接地端之间连接有第一并联电阻，所述衰减器电路进一步包括：

[0006] 与所述第一串联电阻并联的第一并联开关；

[0007] 与所述第一并联电阻串联的第一串联开关；

[0008] 所述第一并联开关和第一串联开关均采用一导电片实现的拨动型开关，所述导电片的宽度与信号微带线的宽度相同，通过改变所述导电片的开关方式，将衰减器的衰减量由 0 变换为预先设定的衰减量，或者由预先设定的衰减量变换为 0；

[0009] 其中所述衰减器电路为 π 型衰减器电路，所述 π 型衰减器电路还包括第二并联电阻以及与其串联的第二串联开关，当第一并联开关闭合，第一串联开关与第二串联开关断开时，可变衰减器的衰减量为 0，当第一串联电阻并联的第一并联开关处于断开状态，与第一并联电阻串联的第一串联开关处于闭合状态，与第二并联电阻串联的第二串联开关处于闭合状态，可变衰减器的衰减量为预先设定值；或者

[0010] 所述衰减器电路为 T 型衰减器电路，所述 T 型衰减器电路还包括与所述第一串联

电阻串联的第二串联电阻，所述 T 型衰减器电路还包括并联于所述第二串联电阻两端的第二并联开关，当第一串联电阻上的第一并联开关处于闭合状态，第二串联电阻上的第二并联开关处于闭合状态，第一并联电阻的第一串联开关处于断开状态，可变衰减器的衰减量为 0，当第一串联电阻、第二串联电阻上的各开关处于断开状态，第一并联电阻的第一串联开关处于闭合状态，可变衰减器的衰减量为所需要的衰减量；

[0011] 所述可变衰减器的外壳封装可采用金属壳接同轴连接器封装、同轴连接器封装或塑胶 SMD 封装。

[0012] 本发明实施例的另一目的在于提供一种可变衰减器，包括至少一级桥型衰减器电路，所述桥型衰减器电路至少包括信号输入端、信号输出端、共同接地端，所述信号输入端和所述信号输出端之间连接有一串联电阻，形成一信号主电路；所述串联电阻的两端分别各自连接一桥臂电阻，所述两个桥臂电阻的另一端连接于一结点，所述结点与所述共同接地端之间连接有一并联电阻，所述衰减器电路进一步包括：

[0013] 与所述串联电阻并联的并联开关；

[0014] 与所述并联电阻串联的串联开关；

[0015] 所述并联开关和串联开关均采用一导电片实现的拨动型开关，所述导电片的宽度与信号微带线的宽度相同，通过改变所述导电片的开关方式，将衰减器的衰减量由 0 变换为预先设定的衰减量，或者由预先设定的衰减量变换为 0；

[0016] 所述可变衰减器的外壳封装可采用金属壳接同轴连接器封装、同轴连接器封装或塑胶 SMD 封装。

[0017] 本发明实施例在可变衰减器的串联电阻两端并联接入并联开关，在并联电阻两端串联接入串联开关，在控制并联开关闭合以无效某级衰减量的同时，控制串联开关断开，以消除并联电阻对信号主电路的影响，使得衰减器的衰减量更稳定，精度更高，频率范围更宽；由于本发明不需切换信号主电路，即信号始终在信号主电路上传输，信号主电路不会出现一个强烈的反射信号（突变脉冲），对前一级的电路不会造成破坏。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明第一实施例提供的可变衰减器的基本电路图；

[0019] 图 2 是本发明第一实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构示意图；

[0020] 图 3 是本发明第一实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构示意图；

[0021] 图 4 是本发明第一实施例提供的可变衰减器开关结构示意图；

[0022] 图 5 是图 4 与可变衰减器基体组合结构示意图；

[0023] 图 6 是本发明第二实施例提供的可变衰减器的基本电路图；

[0024] 图 7 是本发明第二实施例提供的可变衰减器第一基体表层的电路结构图；

[0025] 图 8 是本发明第二实施例提供的可变衰减器第一开关表层结构图；

[0026] 图 9 是本发明第二实施例提供的可变衰减器第一开关底层结构图；

[0027] 图 10 是图 8 以及图 9 与本发明第二实施例提供的可变衰减器第一基体表层的第一组合状态的结构图；

[0028] 图 11 是图 8 以及图 9 与本发明第二实施例提供的可变衰减器第一基体表层的第二组合状态的结构图；

[0029] 图 12 是本发明第二实施例提供的可变衰减器第二基体表层的电路结构图；

[0030] 图 13 是本发明第二实施例提供的可变衰减器第二开关表层结构图；

[0031] 图 14 是本发明第二实施例提供的可变衰减器第二开关底层结构图；

[0032] 图 15 是图 13 以及图 14 与可变衰减器第二基体表层的第一组合状态的结构图；

[0033] 图 16 是图 13 以及图 14 与可变衰减器第二基体表层的第二组合状态的结构图；

[0034] 图 17 是本发明第三实施例提供的可变衰减器的基本电路图；

[0035] 图 18 是图 17 中加入衰减量改善电路的示意图；

[0036] 图 19 是本发明第四实施例提供的可变衰减器的基本电路图；

[0037] 图 20 是本发明第四实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构示意图；

[0038] 图 21 是本发明第四实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构示意图；

[0039] 图 22 是本发明第四实施例提供的可变衰减器开关结构示意图；

[0040] 图 23 是图 22 与可变衰减器基体组合结构示意图；

[0041] 图 24 是本发明第五实施例提供的可变衰减器的基本电路图；

[0042] 图 25 是本发明第六实施例提供的可变衰减器的基本电路图；

[0043] 图 26 是本发明第六实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构示意图；

[0044] 图 27 是本发明第六实施例提供的可变衰减器开关结构示意图；

[0045] 图 28 是图 27 与可变衰减器基体组合结构示意图；

[0046] 图 29 是本发明第七实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构示意图；

[0047] 图 30 是本发明第七实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构示意图；

[0048] 图 31 是本发明第七实施例提供的可变衰减器开关结构示意图；

[0049] 图 32 是图 31 与可变衰减器基体组合结构示意图；

[0050] 图 33 是本发明第八实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构示意图；

[0051] 图 34 是本发明第八实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构示意图；

[0052] 图 35 是本发明第八实施例提供的可变衰减器开关结构示意图；

[0053] 图 36 是图 35 与可变衰减器基体组合结构示意图；

[0054] 图 37 是本发明实施例提供的可变衰减器的拨动开关的金属壳同轴连接器型外观结构示意图；

[0055] 图 38 是图 37 的内部结构；

[0056] 图 39 是本发明实施例提供的可变衰减器的拨动开关的一体同轴连接器型外观结构示意图。

具体实施方式

[0057] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0058] 本发明实施例中，在可变衰减器的各级衰减器电路中的串联电阻两端并联接入并联开关，在并联电阻的任一端串联接入串联开关，在控制并联开关闭合以无效某级衰减量的同时，控制串联开关断开，以消除并联电阻对信号主电路的影响。

[0059] 本发明实施例中，衰减器电路可以为现有典型衰减器电路中的任一种，如 π 型衰

减器电路、T 型衰减器电路、桥型衰减器电路等。

[0060] 图 1 示出了本发明第一实施例提供的可变衰减器的基本电路。

[0061] 对于一个典型的 π 型衰减器电路，在第一串联电阻 101 的两端子 106a 与 106b 之间并联第一并联开关 104。为了理解方便，在本发明实施例中，把连接于衰减器信号输入端与信号输出端所构成信号主电路上的电阻称为串联电阻，把一端直接或通过其它元件与信号主电路连接，另一端与共同接地端相连的电阻称为并联电阻，其中，串联电阻和并联电阻均可以采用贴片电阻、厚膜或薄膜电阻、嵌入电阻、印刷电阻中的一种或几种的组合。第一并联电阻 102 与共同接地端之间串联接入第一串联开关 105a，第二并联电阻 103 与共同接地端 110 间串联接入第二串联开关 105a。当第一并联开关 104 断开 (OFF)，第一串联开关 105a 与第二串联开关 105b 闭合 (ON) 时，该可变衰减器是一个 π 型衰减器电路，按衰减器的设计要求，可得到一个所需要的衰减量；当第一并联开关 104 闭合 (ON)，第一串联开关 105a 与第二串联开关 105b 断开 (OFF) 时，该可变衰减器的衰减量为 0dB，以此可以完成衰减量的可变。衰减量为 0dB 时，尽管第一并联电阻 102 与第二并联电阻 103 相当于悬挂在输入输出电路（信号主电路）上，但对于射频电路来讲，它们显高阻抗状态，一般对信号主电路的影响可忽略。在一些特殊情况下，这样的影响还是要注意的，其解决办法在其它实施例中，会提出解决方案。

[0062] 图 2 示出了本发明第一实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

[0063] 基体 11 是一个射频 PCB 板，当然，基体 11 也可以是其它介电常数的材料，比如陶瓷基板等材料做基板，陶瓷基板的散热、耐热性能更好。为了方便调节、易于布线且易于射频信号传输，在本发明实施例中，基体 11 选用四层 PCB 板，当然，在具体应用时，根据实际情况，基体 11 也可以选用单层、双层或多层。基体 11 的第一层是表层，该表层上布有信号输入端 108、信号输出端 109、信号微带线 111、第一串联电阻 101 的两端子 106a 和 106b、第一并联电阻 102 的端子 107a、第二并联电阻 103 的端子 107b、共同接地端 110。中间的两层是金属接地层，该金属接地层通过接地过孔 112 与表层和底层的共同接地端 110 相连接。信号输入端 108 通过信号微带线 111 与端子 106a 相连接、端子 106a 通过信号过孔 113 与底层的端子 106a 相连接；信号输出端 109 通过信号微带线 111 与端子 106b 相连接、端子 106b 通过信号信号过孔 113 与底层的端子 106b 相连接。端子 107a、107b 通过各自的信号过孔 113 与底层的各自端子 107a、107b 相连接。信号过孔 113 不与中间的金属接地层相连接。第一串联电阻、第一并联电阻以及第二并联电阻都安装在底层。

[0064] 图 3 示出了本发明第一实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

[0065] 在本发明实施例中，基体 11 中每层的图都是从表层向下看的俯视图。基体 11 的底层有一个第一串联电阻 101，第一串联电阻 101 的两端分别连接在底层的端子 106a 和 106b 上。基体 11 底层还有两个第一并联电阻 102 和 103，第一并联电阻 102 的一端与端子 106a 相连接，另一端与端子 107a 相连接；第二并联电阻 103 的一端与端子 106b 相连接，另一端与端子 107b 相连接。另外，为了防止自动焊接时，焊锡或焊油渗透信号过孔 113 或接地过孔 112 对表层的端子造成高低不平的影响，在底层的过孔上有意用阻焊漆将过孔塞孔。

[0066] 图 4 示出了本发明第一实施例提供的可变衰减器开关结构。

[0067] 为了节约成本，同时使得在切换第一并联开关、第一串联开关以及第二串联开关时，第一并联电阻、第二并联电阻以及第一串联电阻可以更加平滑的接入信号主电路，在本发明实施例中，可变衰减器开关采用一导电片实现的拨动型开关，导电片的宽度尽量与带宽保持相同，以获得最佳的衰减量，在具体应用时，还可以采用导电片实现的旋转式，其中，导电片还可以采用其它导电材料，如导线等。为了使得第一并联开关、第一串联开关以及第二串联开关同时完成动作，导电片制作在同一个绝缘物 12 上，当然，各开关也可以制作在不同绝缘物上。绝缘物 12 是一个单层 PCB 板，但绝缘物不限于 PCB，也可以是塑胶、陶瓷等。绝缘物 12 上有三个导电片，导电片 114 的作用是用来作为第一串联电阻 101 的开关的，导电片 115a、115b 分别作为第一并联电阻 102 和第二并联电阻 103 的开关。移位孔 116 是用来移动该 PCB 板时用的。

[0068] 图 5 示出了图 4 与可变衰减器基体组合结构。

[0069] PCB 板上的第一并联开关、第一串联开关以及第二串联开关与基体底层上的第一并联电阻、第二并联电阻以及第一串联电阻可以置于同一层，也可以置于不同层。在本发明实施例中，为了易于操作，将 PCB 板上的第一并联开关、第一串联开关以及第二串联开关与基体底层上的第一并联电阻、第二并联电阻以及第一串联电阻置于不同层。结合图 1 和图 5，图 5 中虚线是图 4 的 PCB 板设置在基体 11 上的组合示意图。PCB 板上有金属导电片的一面与基体 11 的表层相接触，即图中的虚线是图 4 反转了 180 度的图。该图的状态是 :第一串联电阻 101 被导电片 114 短路，即相当于图 1 中与第一串联电阻 101 并联的第一并联开关 104 处于闭合 (ON) 的状态，此时，导电片 115a，115b 没有与端子 107a、107b 相接触，相当于与第一并联电阻 102 和第二并联电阻 103 分别串联的第一串联开关 105a、第二串联开关 105b 处于断开 (OFF) 的状态 ;此时，该可变衰减器的衰减量为 0dB ;拨动该 PCB 板 12，使导电片 114 离开第一串联电阻的端子 106a，相当于与第一串联电阻 101 并联的第一并联开关 104 处于断开 (OFF) 的状态，同时使导电片 115a 将端子 107a 与共同接地端 110 连接，相当于与第一并联电阻 102 串联的第一串联开关 105a 处于闭合 (ON) 的状态，同时导电片 115b 将端子 107b 与共同接地端 110 连接，相当于与第二并联电阻 103 串联的第二串联开关 105a 处于闭合 (ON) 的状态，此时，该可变衰减器的衰减量为一预先设定值，即完成衰减量从零到有的变化，且变化是可逆的。

[0070] 图 6 示出了本发明第二实施例提供的可变衰减器的基本电路。

[0071] 与图 1 不同的是，第一并联电阻 202 与第二并联电阻 203 的第一串联开关 205a 以及第二串联开关 205b 不是设置在第一并联电阻 202 以及第二并联电阻 203 与共同接地端 210 之间，而是设置在一并联电阻 202 与第二并联电阻 203 的另一端，同样可以改变衰减器的衰减量。

[0072] 图 7 示出了本发明第二实施例提供的可变衰减器第一基体表层的电路结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

[0073] 在本发明实施例中，衰减器同时制作于基体 21 以及起开关作用的绝缘物上。基体 21 选用陶瓷基板，陶瓷基板的特点是射频特性更好、耐热性更好，易于在陶瓷基板上制作膜状电阻 (厚膜或薄膜电阻)，在具体实现时，也可以采用其它类型的基板。在基体 21 上，制作有第一串联电阻 211，第一串联电阻 211 的两端分别与信号输入端 212 以及信号输出端 213 相连接。基体 21 上还有共同接地端 214。该第一串联电阻的厚度可制作的略低于信号

微带线。当然，参照第一基体的做法，也可以将第一串联电阻 211 制作在基体 21 的底层。

[0074] 图 8 示出了本发明第二实施例提供的可变衰减器第一开关表层结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

[0075] 为了提高衰减器的精度并且使得第一并联电阻以及第二并联电阻对信号主电路的影响降至最小，将第一并联电阻以及第二并联电阻与导电片制作在同一绝缘物 22 上。绝缘物 22 是一个双层陶瓷基板，陶瓷基板的散热要比 PCB 板好的多。但绝缘物 22 不限于陶瓷基板，也可以是塑胶、PCB 板等。该陶瓷基板的表层包括烧制于其上的第一并联电阻 217 以及第二并联电阻 218，第一并联电阻 217 的一端连接一作为第一串联开关的导电片 215；第二并联电阻 218 的一端连接一作为第二串联开关的 216。第一并联电阻 217 的另一端以及第二并联电阻 218 的另一端连接至共同接地端 219。

[0076] 图 9 示出了本发明第二实施例提供的可变衰减器第一开关底层结构，且该图为图 8 的俯视图。

[0077] 该陶瓷基板的底层包括一用于短路第一串联电阻 211 的导电片 221、通过过孔连接的导电片 215、216 以及陶瓷基板的移位孔 220。

[0078] 图 10 示出了图 8 以及图 9 与本发明第二实施例提供的可变衰减器第一基体表层的第一组合状态的结构。

[0079] 陶瓷基板的底层与图 7 的基体 21 的表层相接触，在第一组合状态下，导电片 221 将第一串联电阻 211 短路，第一并联电阻 217 以及第二并联电阻 218 连同相应的第一串联开关 215 以及第二串联开关 216 则完全脱离信号主电路。此状态下，可变衰减器的衰减量为 0dB。

[0080] 图 11 示出了图 8 以及图 9 与本发明第二实施例提供的可变衰减器第一基体表层的第二组合状态的结构。

[0081] 在第二组合状态下，通过移位孔 220 移动第一组合状态下的陶瓷基板，使导电片 221 离开第一串联电阻 211，同时导电片 215 的一端连接基体 21 的信号微带线 222(b)，从而与第一串联电阻 211 的一端相连接；导电片 216 的一端连接基体 21 的信号微带线 222(a)，从而与第一串联电阻 211 的另一端相连，形成一个典型的 π 型衰减器电路。

[0082] 图 12 示出了本发明第二实施例提供的可变衰减器第二基体表层的电路结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

[0083] 在本发明实施例中，衰减器同时制作于基体 23 以及起开关作用的绝缘物上。基体 23 选用陶瓷基板，陶瓷基板的特点是射频特性更好，易于在陶瓷基板上制作膜状电阻（厚膜或薄膜电阻），在具体实现时，也可以采用其它类型的基板。在基体 23 上，制作有信号输入端 223 以及信号输出端 224。基体 23 上还有共同接地端 225。

[0084] 图 13 示出了本发明第二实施例提供的可变衰减器第二开关表层结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

[0085] 将第一并联电阻、第二并联电阻、第一串联电阻以及导电片制作在同一绝缘物 24 上。绝缘物 24 是采用双层陶瓷基板或双层 PCB 板，但绝缘物 24 不限于陶瓷基板或双层 PCB 板，也可以是塑胶等。该绝缘物 24 的表层包括烧制于其上的第一串联电阻 229、第一并联电阻 230 以及第二并联电阻 231，第一并联电阻 230 的一端连接一导电片 226；第二并联电阻 231 的一端连接一导电片 227。第一并联电阻 230 的另一端以及第二并联电阻 231 的另一

端连接至共同接地端 232。第一串联电阻 229 的两端分别连接导电片 226 以及导电片 227。

[0086] 图 14 示出了本发明第二实施例提供的可变衰减器第二开关底层结构，且该图为图 13 的俯视图。

[0087] 该绝缘物 24 的底层包括一用于短路第一串联电阻 229 的导电片 233、通过过孔连接的导电片 226、227 以及陶瓷基板的移位孔 234。

[0088] 图 15 示出了图 13 以及图 14 与可变衰减器第二基体表层的第一组合状态的结构。

[0089] 绝缘物 24 的底层与图 12 的基体 23 的表层相接触，在第一组合状态下，导电片 233 将第一串联电阻 229 短路，且第一串联电阻 229、第一并联电阻 230 以及第二并联电阻 231 连同相应的第一串联开关 226 以及第二串联开关 227 完全脱离信号主电路。

[0090] 图 16 示出了图 13 以及图 14 与本发明第二实施例提供的可变衰减器第二基体表层的第二组合状态的结构。

[0091] 在第二组合状态下，通过移位孔 234 移动第一组合状态下的绝缘物 24，使导电片 233 离开信号主电路，同时导电片 226 的一端连接基体 23 的信号微带线 235，导电片 227 的一端连接基体 23 的信号微带线 234，使得第一串联电阻 211 传入信号主电路，并使得第一并联电阻 230 以及第二并联电阻 231 并入信号主电路，形成一个典型的 π 型衰减器电路。另外，为了在改变衰减器的衰减量时不会产生信号的突然中断，不会突然有很大的信号反射产生，且不会烧坏前一级电路，在本发明实施例中，在导电片 233 离开信号微带线 234 以及 235 之前，使得导电片 226 与信号微带线 235 相连，使得导电片 227 与信号微带线 234 相连。

[0092] 本发明第一实施例与第二实施例相比，在同样基板材料的基础上，从结构上讲第一实施例的散热特性好，但射频特性和衰减特性不如第二实施例好。可根据实际需要选择电阻的位置以及基体的材料。另外，为了达到更好的散热，在衰减器的信号输入输出端附近或信号主电路与接地端之间加入导热胶，可起到散热作用，不会对射频特性产生明显的影响。

[0093] 将多个如上所述的 π 型衰减器电路相串联，可得到一多级 π 型衰减器电路，且每级的步进量可自由地设定。多级 π 型衰减器电路各级开关可以是相互独立的，也可以将各级开关制作在至少一个绝缘物（如 PCB 板）上。但每一级的与串联电阻并联的开关和与并联电阻串联的开关最好制作在同一个绝缘物上。以三级 π 型衰减器电路为例，如图 17 示出了本发明第三实施例提供的可变衰减器的基本电路图。

[0094] 将三个相同的 π 型衰减器电路 I、II、III 串联后，制成可变衰减器（三级）的基本电路图，包括第一级第一串联电阻 201(I)、第二级第一串联电阻 201(II)、第三级第一串联电阻 201(III)；并联在第一级第一串联电阻 201(I) 两端子 206a(I) 和 206b(I) 之间的第一并联开关 204(I)，并联在第二级第一串联电阻 201(II) 两端子 206a(II) 和 206b(II) 之间的第一并联开关 204(II)，并联在第三级第一串联电阻 201(III) 两端子 206a(III) 和 206b(III) 之间的第一并联开关 204(III)；第一级第一并联电阻 202(I) 和第二并联电阻 203(I)，第二级第一并联电阻 202(II) 和第二并联电阻 203(II)，第三级第一并联电阻 202(III) 和第二并联电阻 203(III)；分别串联在第一级第一并联电阻 202(I) 和第二并联电阻 203(I) 与共同接地端 210 之间的第一串联开关 207a(I) 和第二串联开关 207b(I)，分别串联在第二级第一并联电阻 202(II) 和第二并联电阻 203(II) 与共同接地端 210 之

间的第一串联开关 207a(II) 和第二串联开关 207b(II)，分别串联在第三级第一并联电阻 202(III) 和第二并联电阻 203(III) 与共同接地端 210 之间的第一串联开关 207a(III) 和第二串联开关 207b(III)。其中，每一级电路原理如第一实施例所述，在此不再赘述。在本发明实施例中，每一级可相互独立、衰减量可自由设定、也可以按同一个固定的步进量来设计，且所有开关也可制作在同一个绝缘物（如 PCB 板）上。当然各级的开关也可以制作在不同的绝缘物上。

[0095] 由于可变衰减器经常用于系统的功率调节，0dB 使会对系统影响太大，特别地，可以在如上所述的可变衰减器的前端、后端或各级之间加入一固定衰减器。

[0096] 在本发明实施例中，还可以将第一并联电阻、第二并联电阻、第一串联开关、第二串联开关以及第一并联开关共同制于绝缘物上，而将第一串联电阻制于基体上，其组合原理如本发明第一实施例所述，在此不再赘述。

[0097] 另外，在如图 17 的可变衰减器中，对于大衰减量的衰减器来讲，比如 0-60dB 的衰减量，其射频特性在 4GHz 以下时，其衰减量会保持平坦，但超过 4GHz 时，其衰减量会减少，为了改善衰减量的减少，图 18 示出了图 17 中加入衰减量改善电路的示意图，为了便于描述，仅示出了与本发明实施例相关的部分，另外，具体实现时，也可以在其它可变衰减器中加入该衰减量改善电路。

[0098] 在至少一级衰减器（本实施例是三级）的一端或两端加入改善电路，在本发明实施例中，改善电路由第三并联电阻 Rx、电路开关 Kx 组成，该第三并联电阻 Rx 的一端与电路开关 Kx 相串联，该第三并联电阻 Rx 的另一端与一个微带端子相连或直接接地，该微带端子不与其它电路相连接，不同尺寸的该微带端子在射频上可等效为电容或电感。该电路开关 Kx 的另一端与衰减器的信号输入端、信号输出端或，或信号主电路上的各级衰减器的级联间相连接，该电路开关 Kx 的开关是随该被接入的衰减器的串联开关一起动作。另外，在具体实现时，该改善电路还可以由第三并联电阻 Rx、电路开关 Kx 和电容（或电感）组成。该改善电路的一端通过电路开关 Kx 连接于信号输入端、信号输出端或信号主电路上各级衰减器的级联之间，另一端通过电容（或电感）与接地端相连接，第三并联电阻 Rx 连接于电路开关 Kx 以及电容（或电感）之间，该电路开关 Kx 的开与关 (ON/OFF) 是随该被接入的衰减器的串联开关一起动作。比如，该改善电路制作在绝缘物（如 PCB 板的电路）上，其另一端与一个微带端子（如 PCB 板上的微带线）相连接，随绝缘物一起移动，当然，在具体实现时，其另一端也可以连接其它电路或直接接地。当该级衰减器的并联开关断开 (OFF) 时，该改善电路的电路开关 Kx 与信号主电路相连接，与其相连的微带端子不与其它电路相连接，从射频电路的观点来看，该微带端子相当于一个射频电容或电感。该改善电路可以改善衰减器的频率特性，可增大衰减量，从而改善总体的衰减量。考虑到衰减器是双向对称电路，该改善电路一般接在该分段可变衰减器中间某一级衰减器的两端。图 18 中的改善电路是由电路开关 Kx、第三并联电阻 Rx 以及电容组成，且其为一等效电路图。

[0099] 图 19 示出了本发明第四实施例提供的可变衰减器的基本电路。

[0100] 它是在一个用电阻组成的典型的 T 型衰减器电路上，在第一串联电阻 401(a) 的两端子 406(a) 与 406(b) 上并联接入了第一并联开关 403(a)，在第二串联电阻 401(b) 的两端子 406(b) 与 406(c) 上并联接入了第二并联开关 403(b)，在第一并联电阻 402 的端子 405 与共同接地端 409 间串联接入有第一串联开关 404 的电路图。第一串联开关 404 也可以串

联接入在第一并联电阻 402 的另一端。

[0101] 图 20 示出了本发明第四实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构。

[0102] 基体 41 是一个射频的四层 PCB 板，但不限于四层，也可以是单层、双层和多层，另外，基体 41 也可以是其它介电常数的材料，比如陶瓷基板等。该四层 PCB 板的第一层是表层，该表层上信号输入端 407 通过信号微带线 416 与端子 406(a) 相连接，信号输出端 408 通过信号微带线 416 与端子 406(c) 相连接；还有第一串联电阻 401(a) 的两端子 406(a) 和 406(b)、第二串联电阻 401(b) 的两端子 406(b) 和 406(c)、第一并联电阻 402 的端子 405、共同接地端 409。端子 406(a)、406(b)、406(c)、405 分别通过各自的信号过孔 410 与底层的各自的端子相连接，共同接地端 409 通过接地过孔 411 与底层的共同接地端以及中间两层的金属接地层相连接。

[0103] 图 21 示出了本发明第四实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构。

[0104] 在该基体 41 的底层有第一串联电阻 401(a) 和第二串联 401(b)、该第一串联电阻 401(a) 的一端与端子 406(a) 相连接，另一端与 406(b) 相连接；第二串联电阻 401(b) 的一端与端子 406(b) 相连接，另一端与端子 406(c) 相连接；第一并联电阻 402 的一端与端子 406(b) 相连接，第一并联电阻 402 的另一端与端子 405 相连接；底层还有共同接地端 409。

[0105] 图 22 示出了本发明第四实施例提供的可变衰减器开关结构。

[0106] 为了节约成本，同时使得在切换第一并联开关、第二并联开关和第一串联开关时，第一并联电阻、第一串联电阻和第二串联电阻可以更加平滑的接入信号主电路，在本发明实施例中，可变衰减器开关采用一导电片实现的拨动型开关，导电片的宽度尽量与带宽保持相同，以获得最佳的衰减量，在具体应用时，还可以采用导电片实现的旋转式，其中，导电片还可以采用其它导电材料，如导线等。为了使得第一串联电阻以及第二串联电阻的开关和第一并联电阻的开关同时完成动作，导电片制作在同一个绝缘物 42 上，当然，各开关也可以制作在不同绝缘物上。本例中的绝缘物 42 是一个单层 PCB 板，但不限于 PCB，也可以是塑胶、金属片或陶瓷基板等。该单层 PCB 上有三个导电片，导电片 413 的作用是用来作为第一串联电阻 401(a) 的第一并联开关，导电片 412 的作用是用来作为第二串联电阻 401(b) 的第二并联开关，导电片 414 作为第一并联电阻 402 的第一串联开关。移位孔 415 是用来移动该 PCB 板时用的。导电片 412、413 的宽度最好设计的与信号微带线的宽度相同。其长度要能短路各自的第一串联电阻以及第二串联电阻。

[0107] 图 23 示出了图 22 与可变衰减器基体组合结构。

[0108] PCB 板上的第一并联开关、第二并联开关以及第一串联开关与基体底层上的第一并联电阻、第一串联电阻以及第二串联电阻可以置于同一层，也可以置于不同层。在本发明实施例中，为了易于操作，将 PCB 板上的第一并联开关、第二并联开关以及第一串联开关与基体底层上的第一并联电阻、第一串联电阻以及第二串联电阻置于不同层。图中虚线是图 22 的 PCB 板设置在基体 41 上的组合示意图。该 PCB 板上有金属导电片的那一面与基体 41 的表层接触，即图中的虚线是图 22 反转了 180 度的图。该图的状态是：导电片 413 将端子 406(a) 与 406(b) 短路，即相当于第一串联电阻 401(a) 上的并联用开关处于闭合 (ON) 的状态，导电片 412 将端子 406(b) 与 406(c) 短路，相当于第二串联电阻 401(b) 上的并联用开关处于闭合 (ON) 的状态，此时，导电片 414 没有与端子 405 相接触，相当于第一并联电阻 402 的串联用开关 404 处于断开 (OFF) 的状态；此时，该可变衰减器的衰减量为 0dB；拨动该

PCB 板，使导电片 413 离开端子 406(a)、使导电片 412 离开端子 406(b)，相当于第一串联电阻 401(a)、第二串联电阻 401(b) 上的各开关处于断开 (OFF) 状态；此时，导电片 414 与端子 405 相接触，相当于第一并联电阻 402 的串联用开关出于闭合 (ON)；此时，该可变衰减器的衰减量从 0dB 到有，根据 T 型衰减器的设计要求，可设计出所需步进量的衰减器，从而可得到衰减量从 0dB 到所需衰减量的变化。此变化是可逆的。

[0109] 将多个这样的 T 型衰减器相串联，可得到一个多级的可变衰减器（可变衰减器）。其各级间的开关可以是相互独立的，也可以将所有开关制作在至少一个绝缘物 (PCB 板）上。其方法与第二实施例相似。

[0110] 另外，在本发明实施例中，还可以将第一并联电阻、第一串联开关以及第一并联开关、第二并联开关共同制于绝缘物上，而将第一串联电阻以及第二串联电阻制于基体上，其组合原理如本发明第一实施例所述，在此不再赘述。

[0111] 图 24 示出了本发明第五实施例提供的可变衰减器的基本电路。

[0112] 它是在一个用电阻组成的典型 T 型衰减器电路上，在第一串联电阻 501a 与第二串联电阻 501b 串联后的两端（输入端与输出端）上并联有第一并联开关 503，实际上第一并联开关 503 的作用与图 19 中的开关 413 和 412 同时动作是相同的。在第一并联电阻 502 的端子 509 与端子 508 间串联接入有第一串联开关 504 的电路图。开关 504 也可以串联接入在第一并联电阻 502 的另一端。

[0113] 将多个这样的 T 型衰减器相串联，可得到一个多级可变衰减器，并且每级的衰减量可自由设定。其各级间的开关可以是相互独立的，也可以将所有开关制作在至少一个绝缘物 (PCB 板）上。

[0114] 另外，在本发明实施例中，还可以将第一并联电阻、第一串联开关以及第一并联开关共同制于绝缘物上，而将第一串联电阻以及第二串联电阻制于基体上，其组合原理如本发明第一实施例所述，在此不再赘述。

[0115] 图 25 是本发明第六实施例提供的可变衰减器的基本电路。

[0116] 对于一个典型的桥型衰减器电路，在串联电阻 609 的两端子 601 与 602 之间并联一并联开关 618。串联电阻 609 的端子 601 连接一桥臂电阻 605，串连电阻 609 的端子 602 连接一桥臂电阻 607，桥臂电阻 605 和桥臂电阻 607 的另一端子连接于一结点，结点与一串连开关 617 一端的闭合触头 608 连接，串联开关 617 的另一端连接一并联电阻 609，并联电阻 609 的另一端接至共同接地端 612，当然，具体应用时，串联开关 617 也可以置于并联电阻 609 与共同接地端 612 之间。

[0117] 图 26 示出了本发明第六实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构。

[0118] 基体 61 是一个双面 PCB 板，但不限于双面 PCB 板，另外，基体 61 也可以是其它介电常数的材料，比如陶瓷基板等。在该双面 PCB 板的表面，有信号输入端 603、信号输出端 604、有一个串联电阻 606。串联电阻 606 的两端分别通过信号微带线与信号输入端 603 和该信号输出端 604 相连接。一个 50 欧姆电阻 605，一端与输入端 603 相连接，另一端与 611 端相连接；另有一个 50 欧姆的电阻 607，一端与输出端 604 相连接，另一端与 611 端相连接。一个并联电阻 609 的一端子 608 与一个开关串联后与 611 端相连，并联电阻 609 的另一端与共同接地端 612 相连接。开关也可以接在并联电阻 609 的另一端，即并联电阻 609 与共同接地端 612 间。或者在两个 50 欧姆电阻上分别接入一个开关，来代替与并联电阻 609 串

联的开关的作用。在串联电阻 606 的两端间并联接入一个开关。此电路是在一个典型的桥型衰减器电路上在串联电阻间并联接入开关、在并联电阻上串联接入开关的电路。共同接地端 612 通过接地过孔 610 与基体底面的金属底板相接。本图中的串联电阻 606 的两端子是 601 和 602。当然，也可以参照第一实施例或第二实施例，将所有的电阻制作在基体的底层，或将部分的电阻制作在基体的底层，部分电阻制作绝缘物的表层。

[0119] 图 27 是本发明第六实施例提供的可变衰减器开关结构。

[0120] 在本发明实施例中，并联开关以及串联开关由导电片或制作在介质基板上的微带线实现，为了节约成本，同时使得在切换并联开关和串联开关时，并联电阻和串联电阻可以更加平滑的接入信号主电路，在本发明实施例中，可变衰减器开关采用一导电片实现的拨动型开关，导电片的宽度尽量与带宽保持相同，以获得最佳的衰减量，在具体应用时，还可以采用导电片实现的旋转式，其中，导电片还可以采用其它导电材料，如导线等。为了使得串联电阻的开关以及并联电阻的开关同时完成动作，导电片制作在同一个绝缘物 62 上，当然，各开关也可以制作在不同绝缘物上。绝缘物 62 是一个 PCB 板。导电片 613 是作为串联电阻 606 的并联开关，其宽度最好与信号微带线的宽度相同，其长度要能短路端子 601 和 602。导电片 615 作为并联电阻 609 的串联开关。有导电片的那一面与基体 61 的表面相接触，为了避免导电片移动时，该单面 PCB 板与串联电阻 606 以及 50 欧姆电阻相碰撞，在该单面 PCB 板上开了一个槽 614。在该单面 PCB 上还有移位孔 616。

[0121] 图 28 示出了图 27 与可变衰减器基体组合结构。

[0122] 图中虚线是图 27 的 PCB 板 62 设置在基体 61 上的组合示意图。图中的虚线是图 27 反转了 180 度的图。从图中可以看到，串联电阻 606 被导电片 613 短路 (ON)，并联电阻 609 没有与信号主电路连接 (OFF)，即信号从输入端到输出端是直通的，这时该可变衰减器的衰减量为 0dB ；通过向左拨动 PCB 板 62，使导电片 613 离开串联电阻 606 的端子 602(OFF)，同时，导电片 615 将并联电阻 609 的端子 611 接通 (ON)，这种状态下的电路是一个典型的桥型衰减器电路。根据桥型衰减器的设计参数，可设计出所需衰减量的可变衰减器。比如，选择串联电阻 606 的阻值为 21 欧姆，并联电阻 609 的阻值为 121 欧姆，它就是一个从 0dB 变为 3dB 的可变衰减器。此变化是可逆的。

[0123] 将多个这样的衰减器相串联，可得到一个多级可变衰减器，并且各级的衰减量可自由设定。其各级间的开关可以是相互独立的，也可以将所有开关制作在至少一个绝缘物 (PCB 板) 上。

[0124] 这里要强调说明的是，多级衰减器相串联时，不限于相同类型的衰减器的串联，它也可以是不同类型的衰减器的相互串联，比如 π 型衰减器电路与 T 型衰减器的串联、T 型衰减器与 π 型衰减器电路的串联等。

[0125] 另外，在本发明实施例中，还可以将并联电阻、串联开关以及并联开关共同制于绝缘物上，而将串联电阻制于基体上，其组合原理如本发明第一实施例所述，在此不再赘述。

[0126] 图 29 示出了本发明第七实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构。

[0127] 基体 71 是一个射频的双层陶瓷基板，但不限于双层，另外，基体 71 也可以是其它介电常数的材料，比如 PCB 板等。该表层上有四个端子 701、702、703、704，它们通过各自的信号过孔 705 与底层上各自的端子相连接。该表层上还有共同接地端 707，它通过接地过孔 706 与底层的接地端相连接。

[0128] 图 30 示出了本发明第七实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构。

[0129] 该基体 71 上有信号输入端 708、信号输出端 709、(膜状)第一串联电阻 712、(膜状)第一并联电阻 710、(膜状)第二并联电阻 711、共同接地端 707。在本发明实施例中,膜状电阻是指用厚膜工艺或薄膜工艺制作的电阻,在涂敷保护层前,原则上该膜状电阻的四个边是可以电连接的。信号输入端 708 通过信号微带线 713 与端子 703 相连接,端子 703 又与膜状电阻组成的衰减器的(膜状)第一串联电阻 712 的一边(左边)FL 相连接,该第一串联电阻 712 的另一边(右边)FR 与端子 704 相连接,端子 704 通过信号微带线 713 与输出端 709 相连接;第一串联电阻 712 的上边与第一并联电阻 710 的一端相连接,该并列电阻 710 的另一端 FT(上端)与端子 701 相连接;该第一串联电阻 712 的底边与第二并联电阻 711 的一端相连接,该第二并联电阻 711 的另一端 FB(下端)与端子 702 相连接;为了描述和理解的方便,我们把连接信号输入输出端的两端称为第一串联电阻 712 的两端。在实际制作膜状衰减器时,上述第一串联电阻 712、第一并联电阻 710、第二并联电阻 711 可作为一体,按膜状衰减器阻值设计的要求,一次制作成型,不需要分开制作。

[0130] 图 31 是本发明第七实施例提供的可变衰减器开关结构。

[0131] 为了节约成本,同时使得在切换第一并联开关、第一串联开关以及第二串联开关时,第一并联电阻、第二并联电阻以及第一串联电阻可以更加平滑的接入信号主电路,在本发明实施例中,可变衰减器开关采用一导电片实现的拨动型开关,导电片的宽度尽量与带宽保持相同,以获得最佳的衰减量,在具体应用时,还可以采用导电片实现的旋转式,其中,导电片还可以采用其它导电材料,如导线等。为了使得第一串联电阻的开关以及第一并联电阻和第二并联电阻的开关同时完成动作,导电片制作在同一个绝缘物 72 上,当然,各开关也可以制作在不同绝缘物上。绝缘物 72 是一个 PCB 板,导电片 715 用于连接端子 703 和 704,起第一串联电阻 712 的并联用开关的作用;导电片 714 用于连接端子 701 和共同接地端 707,起到将第一并联电阻 701 与共同接地端 707 相串联用的开关作用。导电片 716 用于连接端子 702 和共同接地端 707,起到将第二并联电阻 702 与共同接地端 707 相串联用的开关作用。移位孔 707 是用来移动该 PCB 板时用的。

[0132] 图 32 是图 31 与可变衰减器基体组合结构。

[0133] 图中虚线是图 31 的 PCB 板设置在基体 71 表层上的组合示意图。该 PCB 板上有导电片的那一面与该基体的表层相接触,在图形上该图 31 相当于反转了 180 度。该导电片 714 将第一并联电阻 710 的端子 701 与共同接地端 707 相连接,相当于第一并联电阻 710 上的串联用开关闭合 (ON),该导电片 716 将第二并联电阻 711 的端子 702 与共同接地端 709 相连接,相当于第二并联电阻 711 上的串联用开关闭合 (ON),此时,第一串联电阻 712 上的并联用开关处于断开 (OFF) 状态,此状态下,该可变衰减器是一个典型的膜状衰减器。其衰减量可根据膜状衰减的设计要求来设计。当从右向左拨动该 PCB 板时,导电片 715 将串联电阻的两端 703 和 704(FL 与 FR 端)短路,相当于第一串联电阻 712 上的并联用开关闭合 (ON),此时,导电片 714 离开端子 701,相当于第一并联电阻 710 上的串联用开关断开 (OFF),导电片 716 离开端子 702,相当于第二并联电阻 711 上的串联用开关断开 (OFF),此时,该可变衰减器的衰减量为 0dB。以此可以完成衰减量的可变,即衰减量从一个步进量变化为 0dB。

[0134] 将多个这样的衰减器相串联,可制成多级可变衰减器,并且各级的衰减量可自由设定。其各级间的开关可以是相互独立的,也可以将所有开关制作在至少一个绝缘物 (PCB

板）上。另外，在膜状衰减器的实际制作中，第一串联电阻 712 与第一并联电阻 710、第二并联电阻 711 是一次成型的一个膜状电阻，在设计时是按膜状衰减器的设计原理来设计膜状电阻阻值的。它的等效电路按分布参数可等效为多个 π 型网络的串联，最终可等效为一个 π 型网络（π 型衰减器电路）。

[0135] 另外，在本发明实施例中，还可以将第一并联电阻、第二并联电阻、第一串联开关、第二串联开关以及第一并联开关共同制于绝缘物上，而将第一串联电阻制于基体上，其组合原理如本发明第一实施例所述，在此不再赘述。

[0136] 图 33 示出了本发明第八实施例提供的可变衰减器基体表层的电路结构。

[0137] 基体 81 是一个射频的双层陶瓷基板，另外，基体 81 也可以是其它介电常数的材料，比如 PCB 板等。该表层上有三个端子 801、802、803，它们通过各自的信号过孔 806 与底层上各自的端子相连接。该表层上还有共同接地端 805，它通过接地过孔 804 与底层的接地端相连接。

[0138] 图 34 示出了本发明第八实施例提供的可变衰减器基体底层的电路结构。

[0139] 基体 81 上有信号输入端 807、信号输出端 808、（膜状）第一串联电阻 809、（膜状）第一并联电阻 811、共同接地端 805；在本发明实施例中，膜状电阻是指用厚膜工艺或薄膜工艺制作的电阻，在涂敷保护层前，原则上该膜状电阻的四个边是可以电连接的。信号输入端 807 通过信号微带线 810 与端子 801 相连接，端子 801 又与膜状电阻组成的衰减器的（膜状）第一串联电阻 809 的一边（左边）相连接，第一串联电阻 809 的另一边（右边）与端子 802 相连接，端子 802 通过信号微带线 810 与输出端 808 相连接；第一串联电阻 809 的底边与第一并联电阻 811 的一端相连接，第一并联电阻 811 的另一端（下端）与端子 803 相连接；为了描述和理解的方便，我们把连接信号输入输出端的两端称为第一串联电阻 809 的两端。在实际制作膜状衰减器时，上述第一串联电阻 809、第一并联电阻 811 可作为一体，按衰减器阻值设计的要求，一次制作成型，不需要分开制作。

[0140] 图 35 示出了本发明第八实施例提供的可变衰减器开关结构。

[0141] 为了节约成本，同时使得在切换第一并联开关和第一串联开关时，第一并联电阻和第一串联电阻可以更加平滑的接入信号主电路，在本发明实施例中，可变衰减器开关采用一导电片实现的拨动型开关，导电片的宽度尽量与带宽保持相同，以获得最佳的衰减量，在具体应用时，还可以采用导电片实现的旋转式，其中，导电片还可以采用其它导电材料，如导线等。为了使得第一串联电阻的开关以及第一并联电阻的开关同时完成动作，导电片制作在同一个绝缘物 82 上，当然，各开关也可以制作在不同绝缘物上。绝缘物 82 是一个 PCB 板。导电片可以制作在一个 PCB 板上，导电片 812 用于连接端子 801 和 802，起第一串联电阻 809 的并联用开关的作用；导电片 813 用于连接端子 803 和共同接地端 805，起到将第一并联电阻 811 与共同接地端 805 相串联用的开关作用。移位孔 814 是用来移动该 PCB 板时用的。

[0142] 图 36 示出了图 35 与可变衰减器基体组合结构。

[0143] 图中虚线是图 35 的 PCB 板设置在基体 81 表层上的组合示意图。该 PCB 板上有导电片的那一面与该基体的表层相接触，在图形上该图 35 相当于反转了 180 度。导电片 813 将第一并联电阻 811 的端子 803 与共同接地端 805 相连接，相当于第一并联电阻 811 上的串联用开关闭合 (ON)，此时，第一串联电阻 809 上的并联用开关处于断开 (OFF) 状态，此状

态下，该可变衰减器是一个典型的膜状衰减器。其衰减量可根据膜状衰减的设计要求来设计。当从右向左拨动该 PCB 板时，导电片 812 将第一串联电阻 809 的两端子 801 和 802 短路，相当于第一串联电阻 809 上的并联用开关闭合 (ON)，此时，导电片 813 离开端子 803，相当于第一并联电阻 811 上的串联用开关断开 (OFF)。此时，该可变衰减器的衰减量为 0dB。此过程是可逆的。这样可以完成衰减量的可变。

[0144] 用多个这样的衰减器相串联，可制成多级可变衰减器，并且各级的衰减量可自由设定。其各级间的开关可以是相互独立的，也可以将所有开关制作在至少一个绝缘物 (PCB 板）上。另外，在膜状衰减器的实际制作中，第一串联电阻 809 与第一并联电阻 811 是可以一次成型的一个膜状电阻，在设计时是按衰减器的设计原理来设计膜状电阻阻值的。它的等效电路按分布参数可等效为多个 T 型衰减器的串联，最终可等效为一个 T 型 T 型衰减器。

[0145] 另外，在本发明实施例中，还可以将第一并联电阻、第一串联开关以及第一并联开关共同制于绝缘物上，而将第一串联电阻制于基体上，其组合原理如本发明第一实施例所述，在此不再赘述。

[0146] 对于本发明的可变衰减器，其外壳封装可采用金属壳接同轴连接器封装、同轴连接器封装或塑胶 SMD 封装。其调节方式可采用拨动式开关或步进旋转式开关。同轴连接器可以是 SMA 型、N 型等同轴连接器。

[0147] 图 37 示出了本发明实施例提供的可变衰减器的拨动开关的金属壳同轴连接器型外观结构示意图。

[0148] 本可变衰减器的壳体是一个金属壳体 91，它的两端是 SMA 同轴电缆接头，在它的表面有 4 个拨动开关 K1、K2、K3 以及 K4，用于改变衰减量。

[0149] 图 38 示出了图 37 的内部结构。

[0150] 金属壳体 91 内是基体 92，基体 92 的上部是制作有开关的绝缘物 93，绝缘物 93 上是一个拨动柱 931，拨动柱 931 的两端是硅胶圈 9311，硅胶圈 9311 的作用是将绝缘物 93 与基体表层紧密押紧，使其保持紧密接触，最上部是金属盖 94，其通过螺钉将硅胶圈押紧。

[0151] 图 39 示出了本发明实施例提供的拨动开关的一体同轴连接器型外观。

[0152] 将同轴连接器加工改造，用同轴连接器代替金属外壳，其内部构造与图 38 的构造相同。同轴连接器可以是 SMA 型、N 型等同轴连接器。这样制作的好处是使用方便，结构紧凑、批量生产的成本低。

[0153] 本发明实施例中，在可变衰减器的串联电阻两端并联接入并联开关，在并联电阻两端串联接入串联开关，在控制并联开关闭合以无效某级衰减量的同时，控制串联开关断开，以消除并联电阻对信号主电路的影响，使得衰减器的衰减量更稳定，精度更高，频率范围更宽；由于本发明不需切换信号主电路，即信号始终在信号主电路上传输，信号主电路不会出现一个强烈的反射信号（突变脉冲），对前一级的电路不会造成破坏。

[0154] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

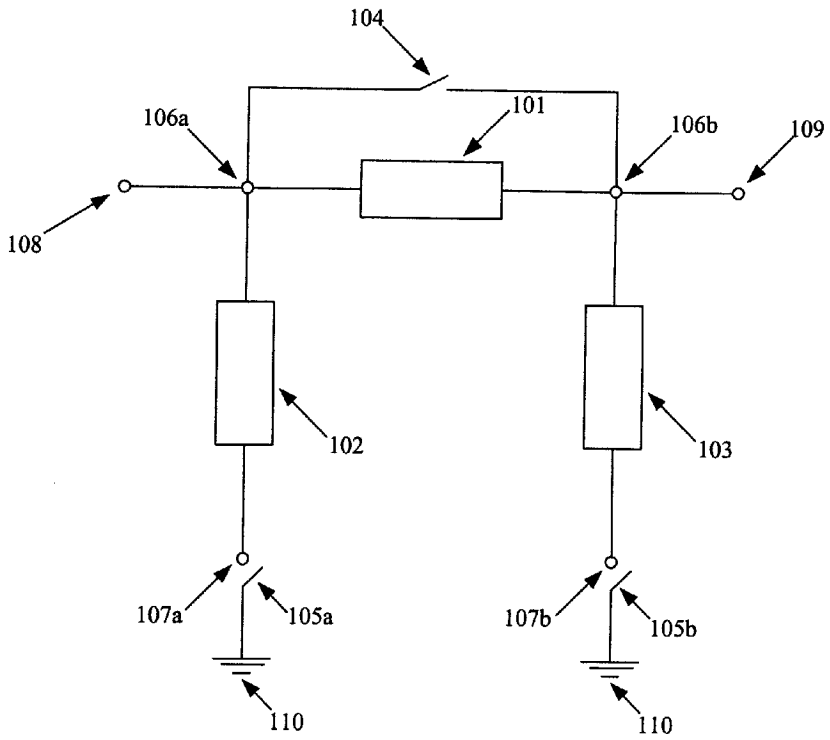

104
101
106a
106b
109
108
102
103
107a
105a
107b
105b
110
110

图 1

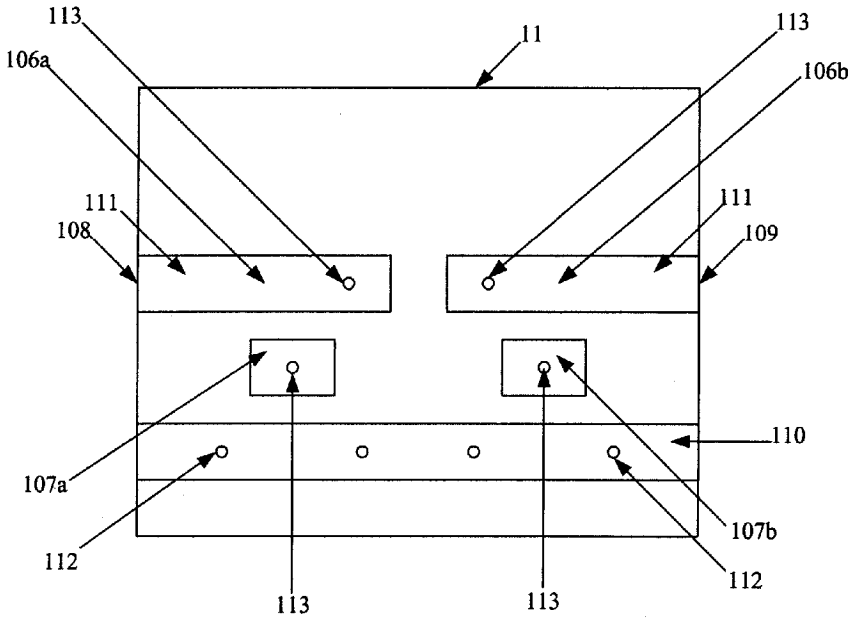

113
11
113
106a
106b
111
108
111
109
110
107a
107b
112
112
113
113

图 2

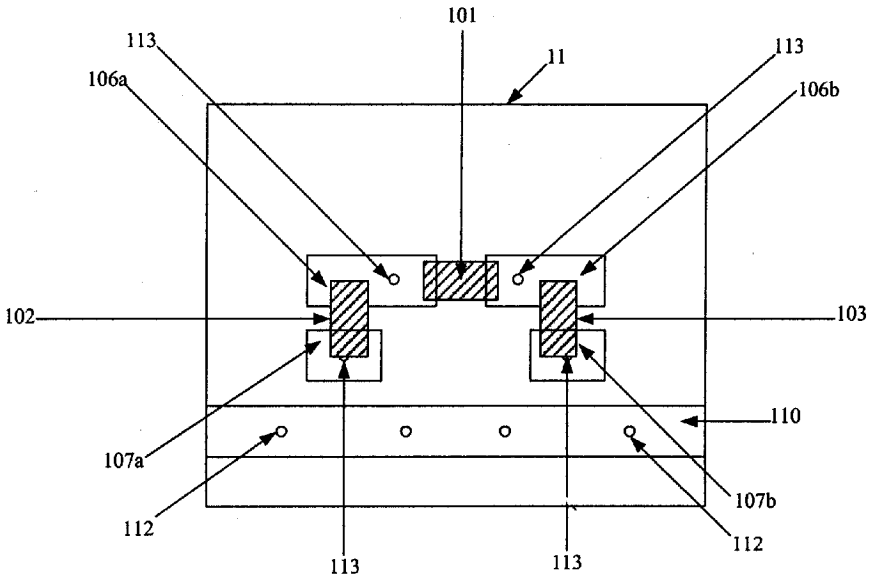

101
113
11
113
106a
106b
102
103
110
107a
107b
112
112
113
113

图 3

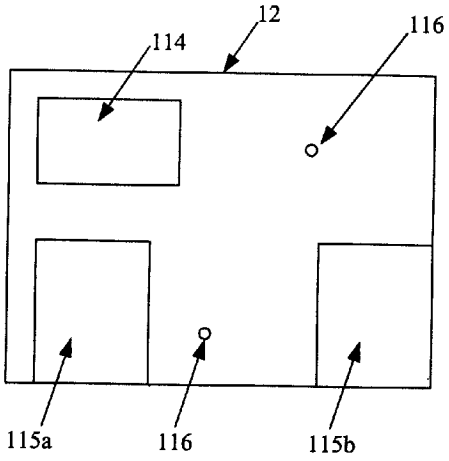

12
114
116
115a
116
115b

图 4

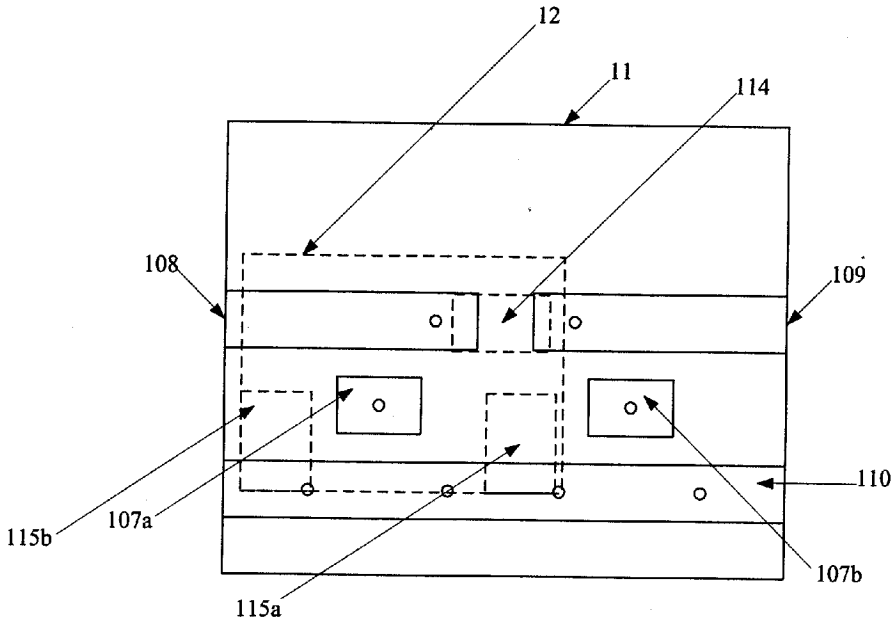

12
11
114
108
109
110
115b
107a
107b
115a

图 5

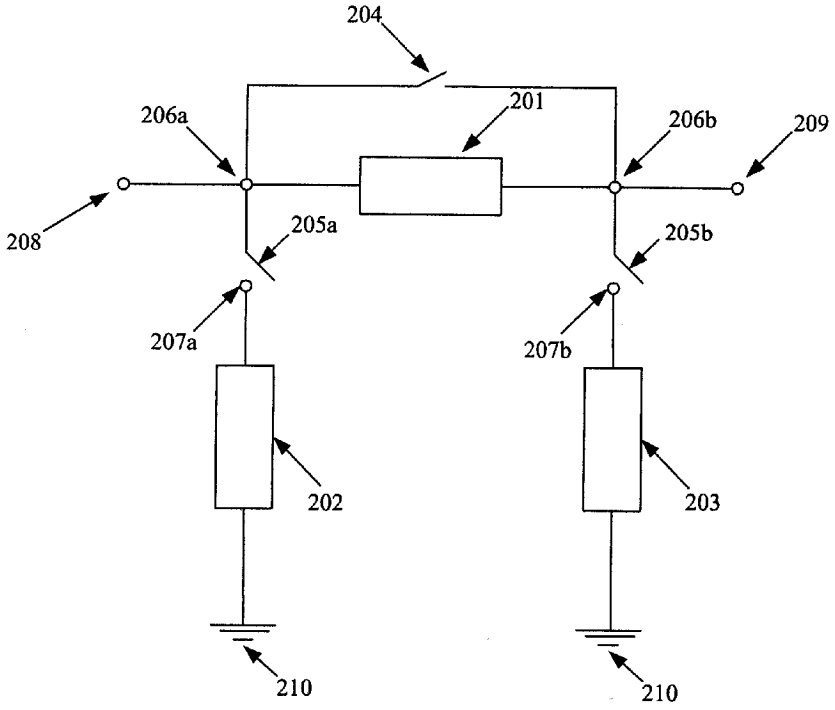

204
201
206a
206b
209
208
205a
205b
207a
207b
202
203
210
210

图 6

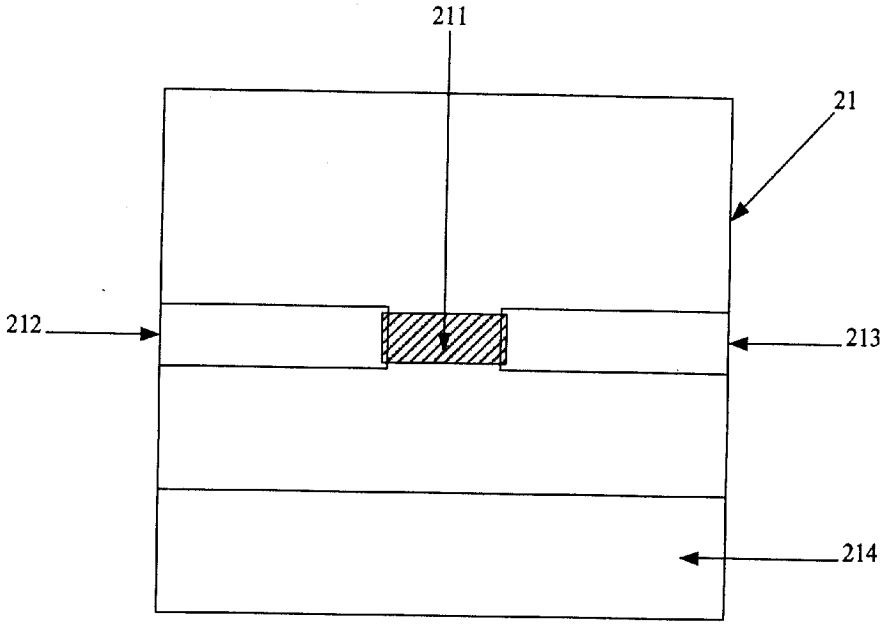


图 7

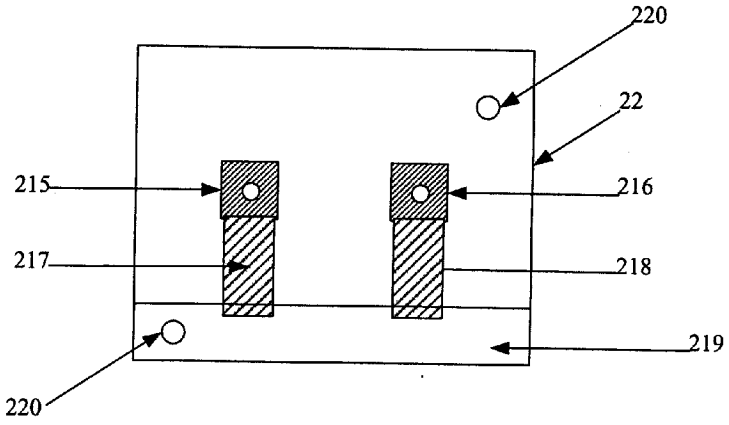


图 8

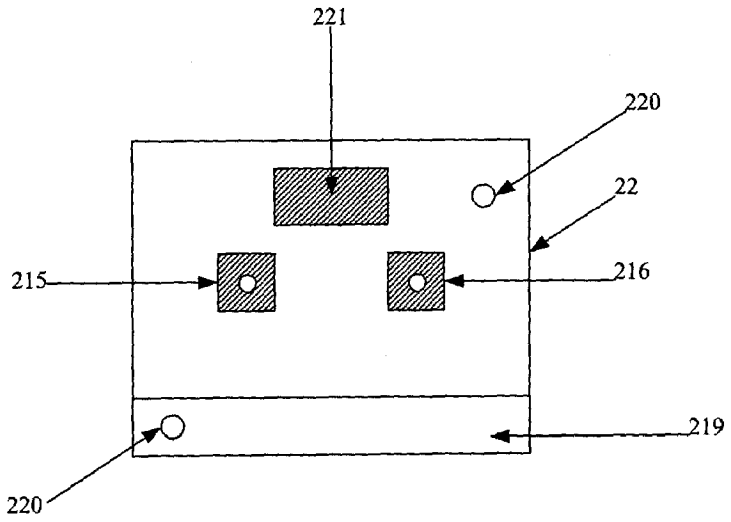


图 9

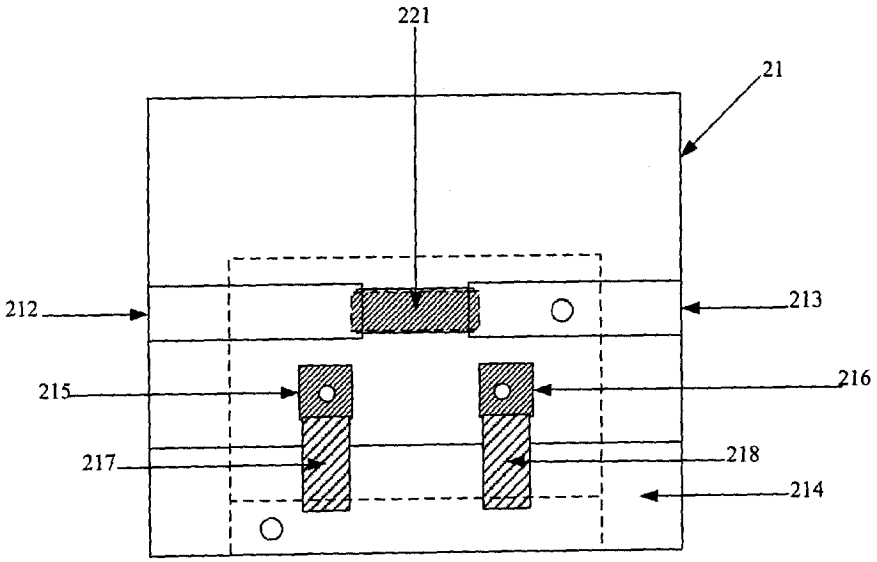


图 10

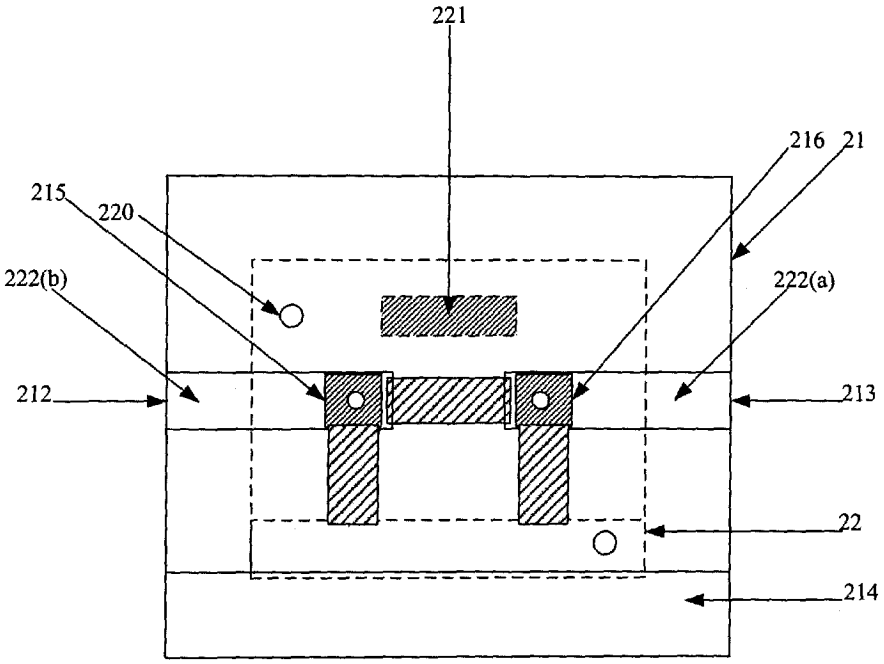


图 11

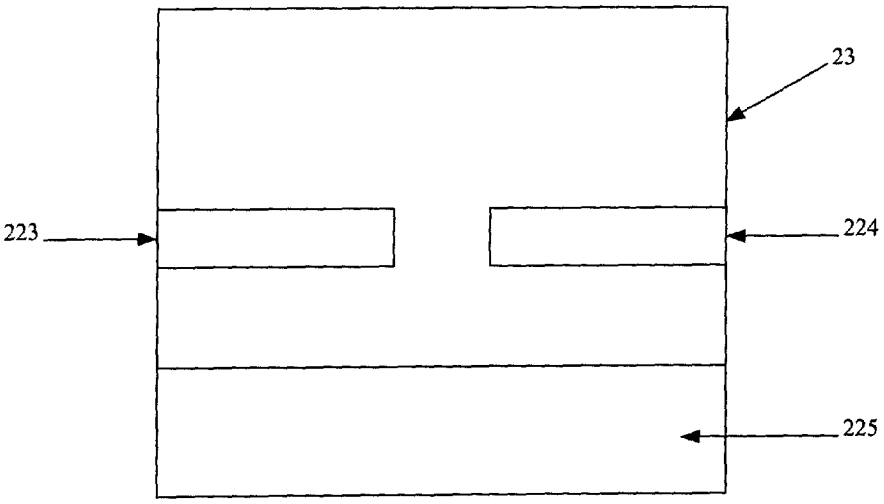


图 12

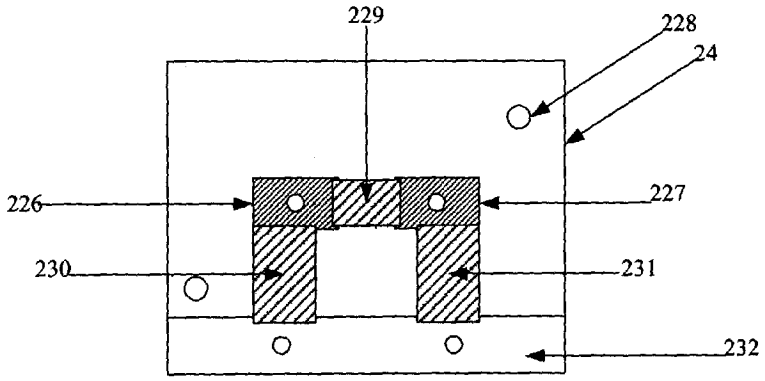

229
228
24
226
227
230
231
232

图 13

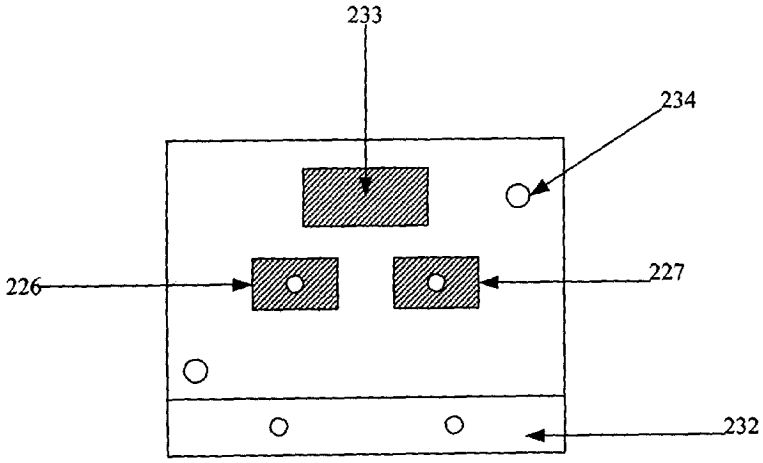

233
234
226
227
232

图 14

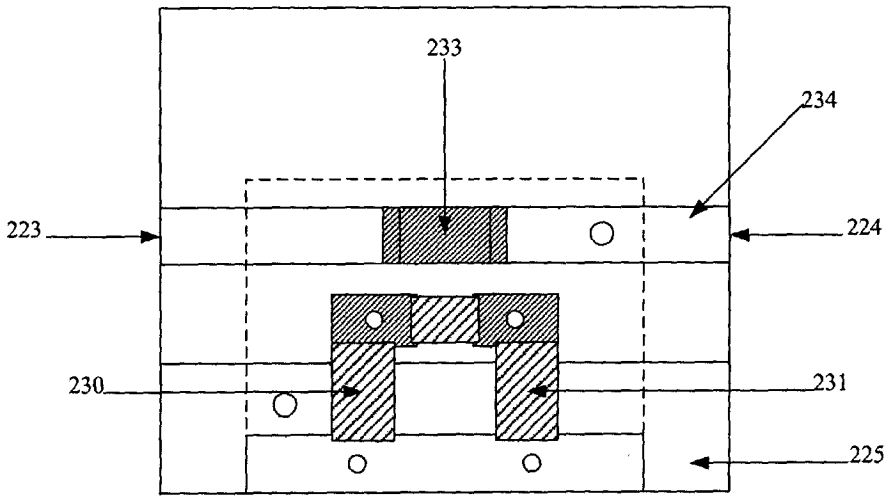

233
234
223
224
230
231
225

图 15

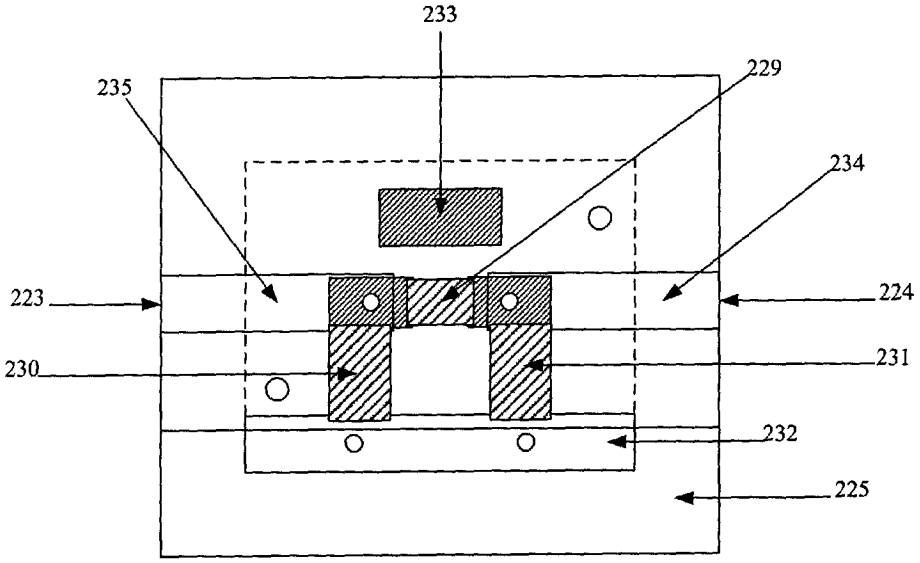

233
235
229
234
223
224
230
231
232
225

图 16

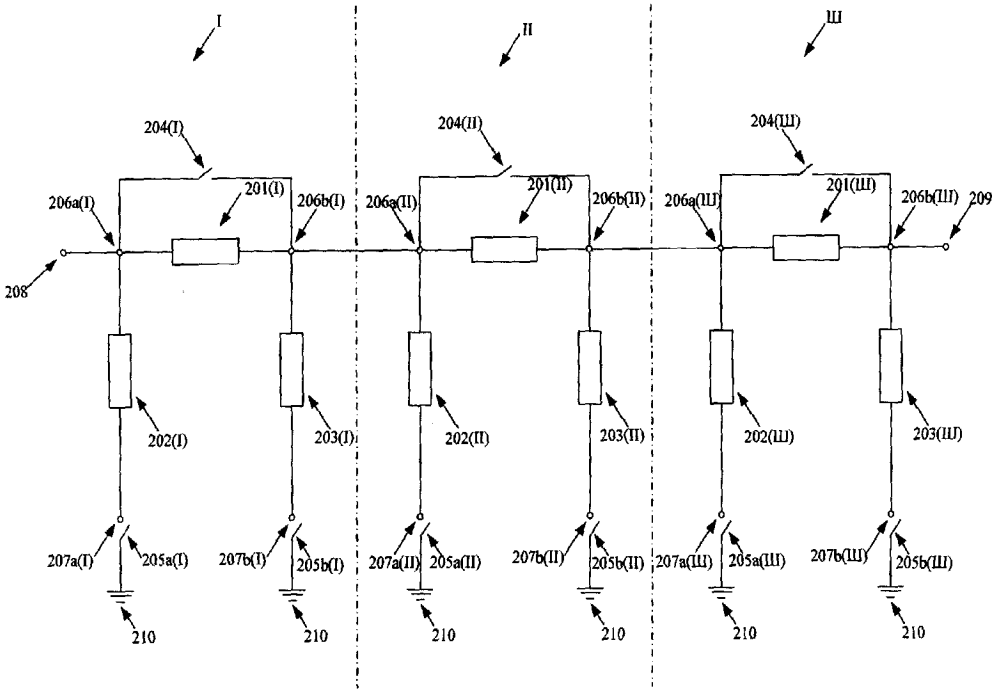

I
II
III
204(I)
204(II)
204(III)
201(I)
201(II)
201(III)
206a(I)
206b(I)
206a(II)
206b(II)
206a(III)
206b(III)
209
208
202(I)
203(I)
202(II)
203(II)
202(III)
203(III)
207a(I)
205a(I)
207b(I)
205b(I)
207a(II)
205a(II)
207b(II)
205b(II)
207a(III)
205a(III)
207b(III)
205b(III)
210

图 17

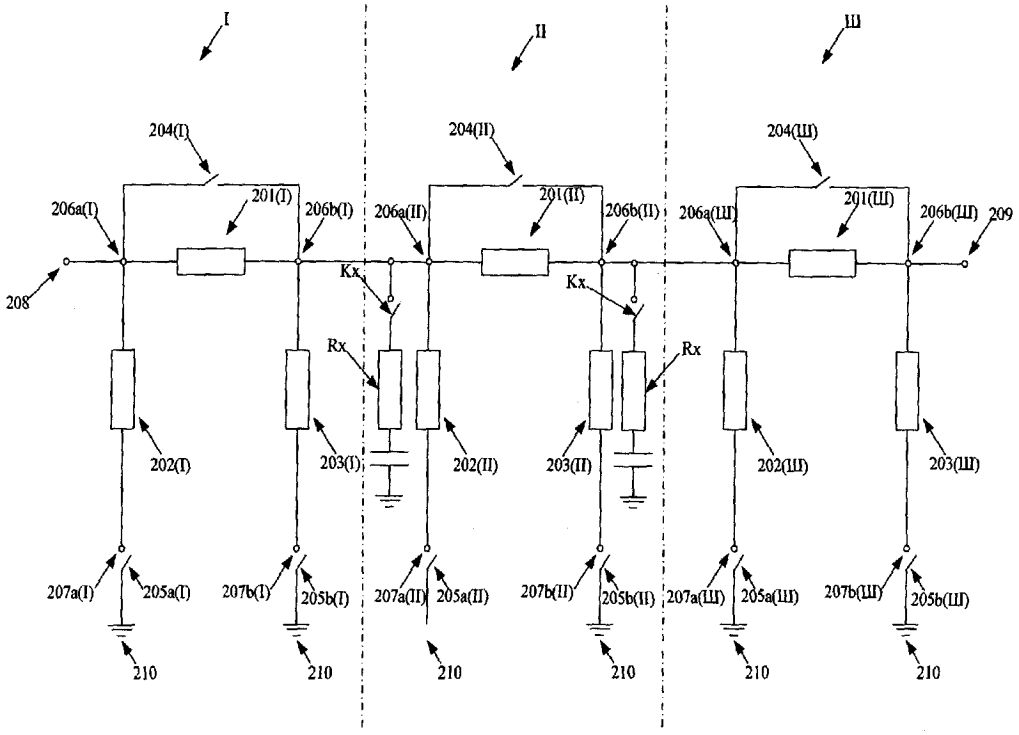

I
II
III
204(I)
204(II)
204(III)
201(I)
201(II)
201(III)
206a(I)
206b(I)
206a(II)
206b(II)
206a(III)
206b(III)
209
208
Kx
Kx
Rx
Rx
202(I)
203(I)
202(II)
203(II)
202(III)
203(III)
207a(I)
205a(I)
207b(I)
205b(I)
207a(II)
205a(II)
207b(II)
205b(II)
207a(III)
205a(III)
207b(III)
205b(III)
210
210
210
210
210
210

图 18

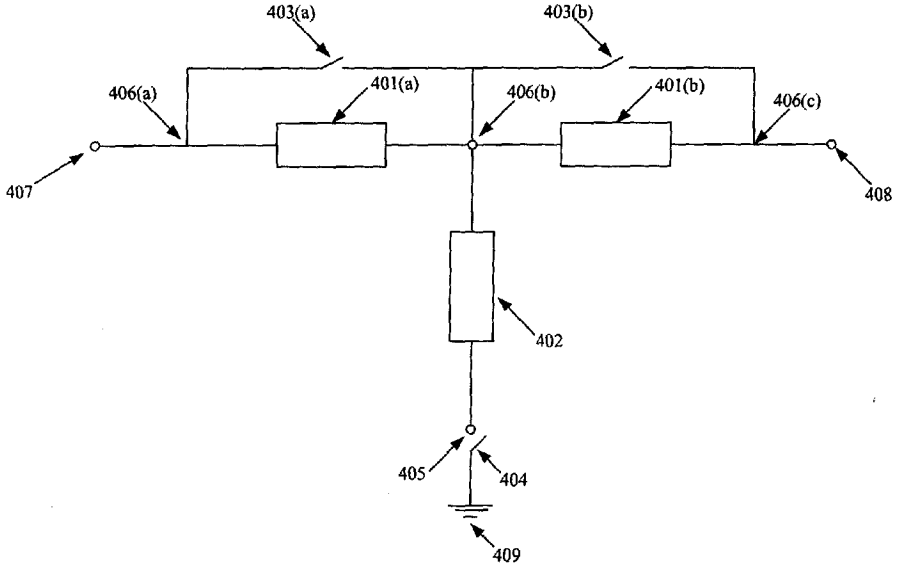

403(a)
403(b)
406(a)
401(a)
406(b)
401(b)
406(c)
407
408
402
405
404
409

图 19

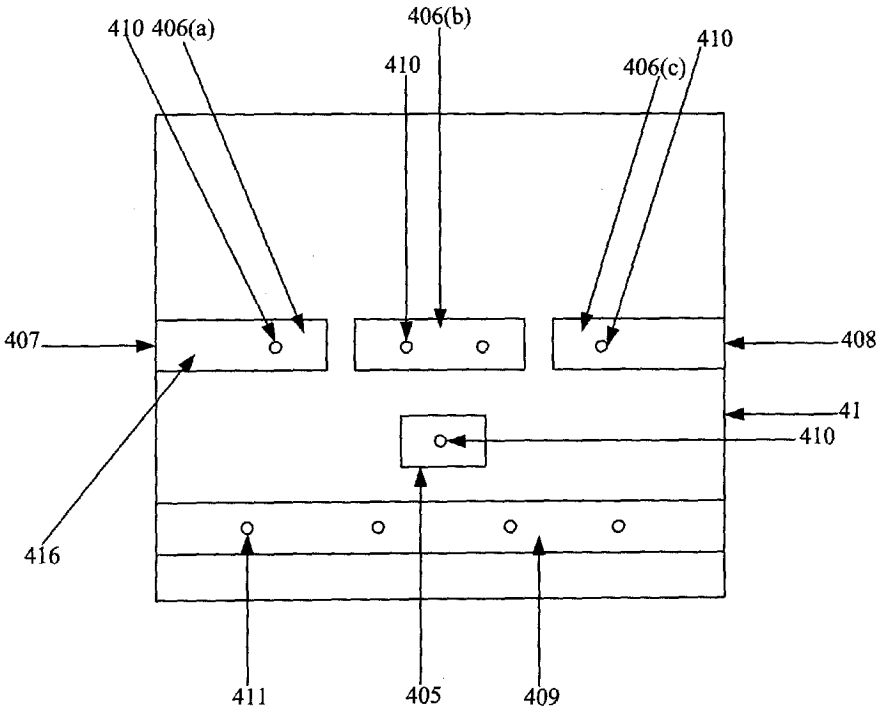

410 406(a)
406(b)
410
406(c)
410
407
408
41
410
416
411
405
409

图 20

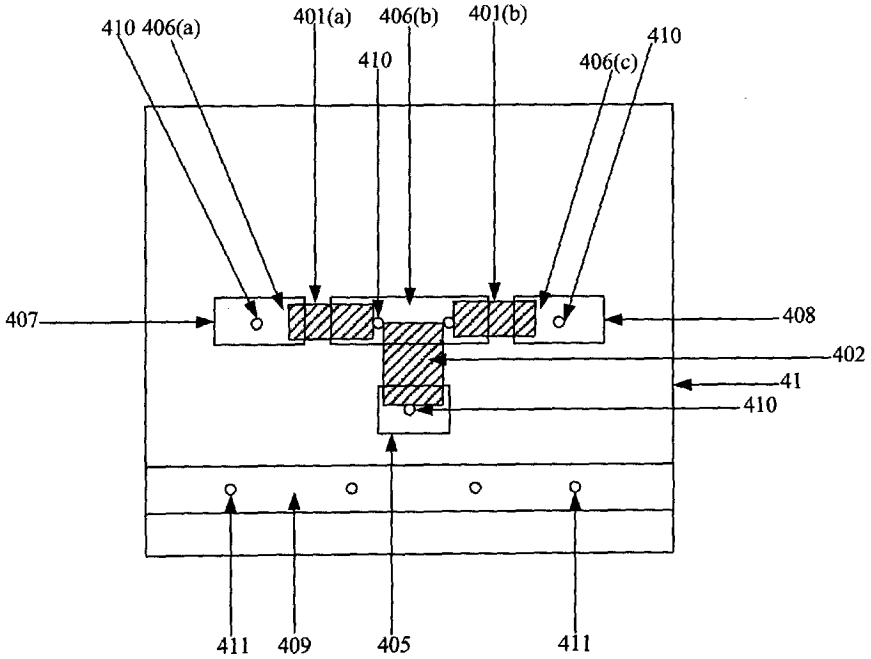

410 406(a)
401(a)
406(b)
401(b)
410
406(c)
410
407
408
402
41
410
411
409
405
411

图 21

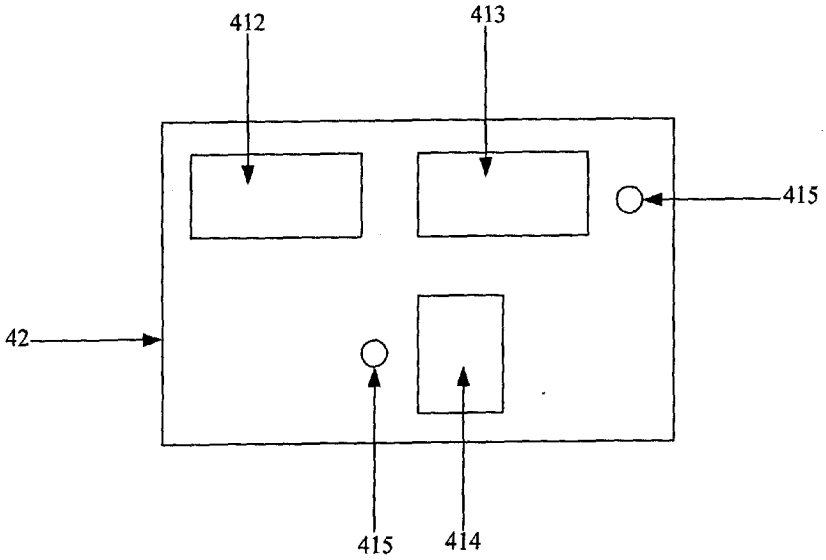


图 22

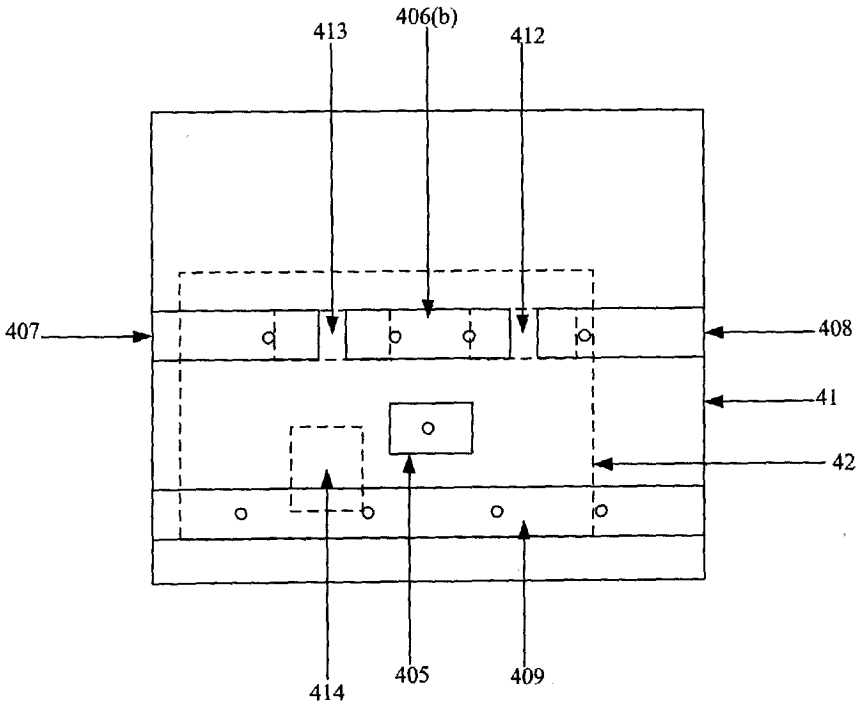


图 23

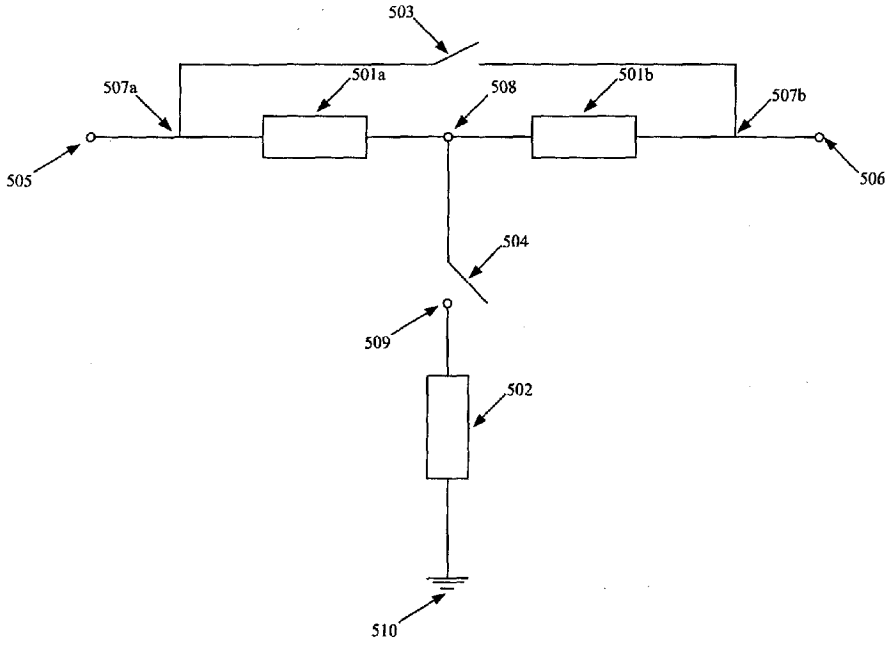

503
507a
501a
508
501b
507b
505
506
504
509
502
510

图 24

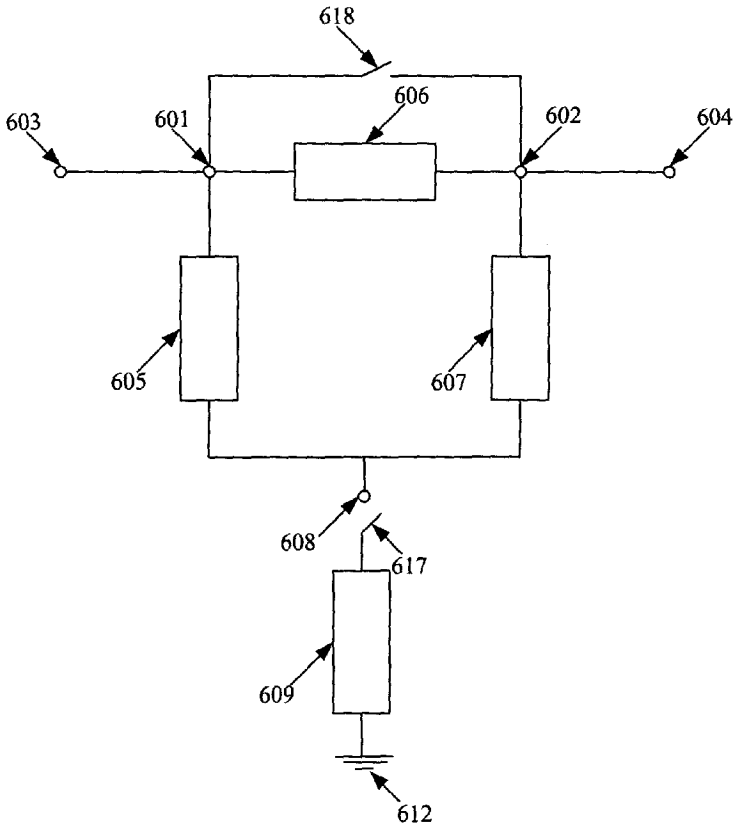

618
603
601
606
602
604
605
607
608
617
609
612

图 25

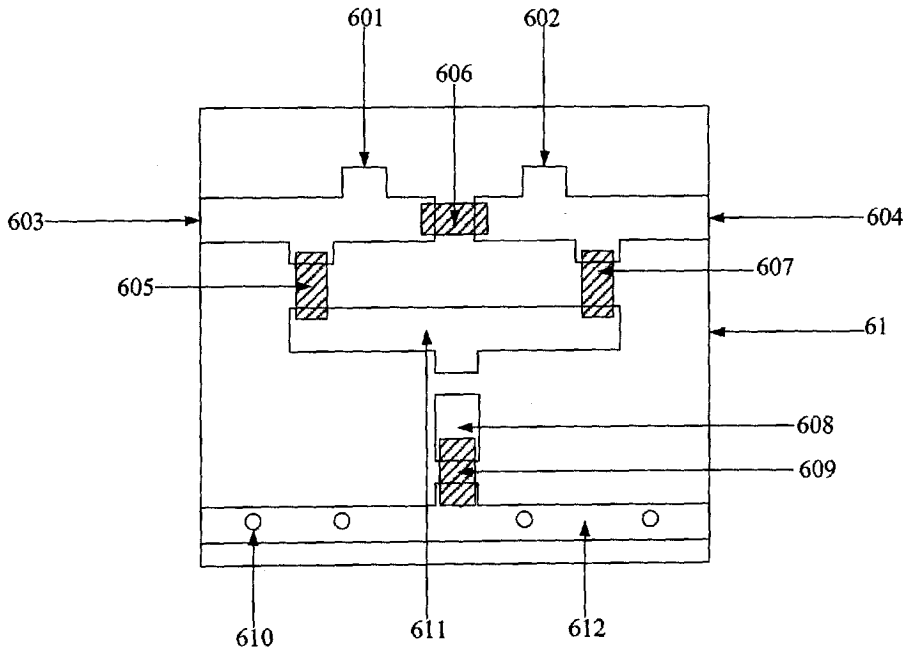

601
602
606
603
604
605
607
61
608
609
610
611
612

图 26

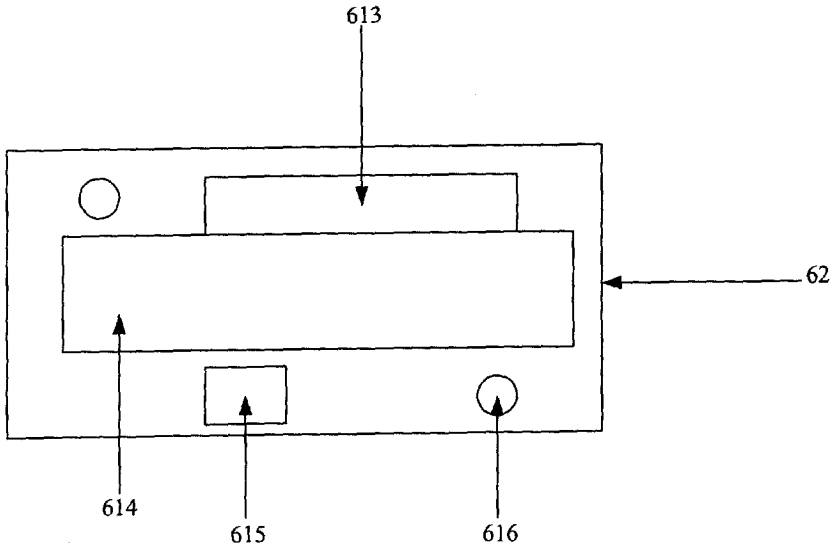

613
62
614
615
616

图 27

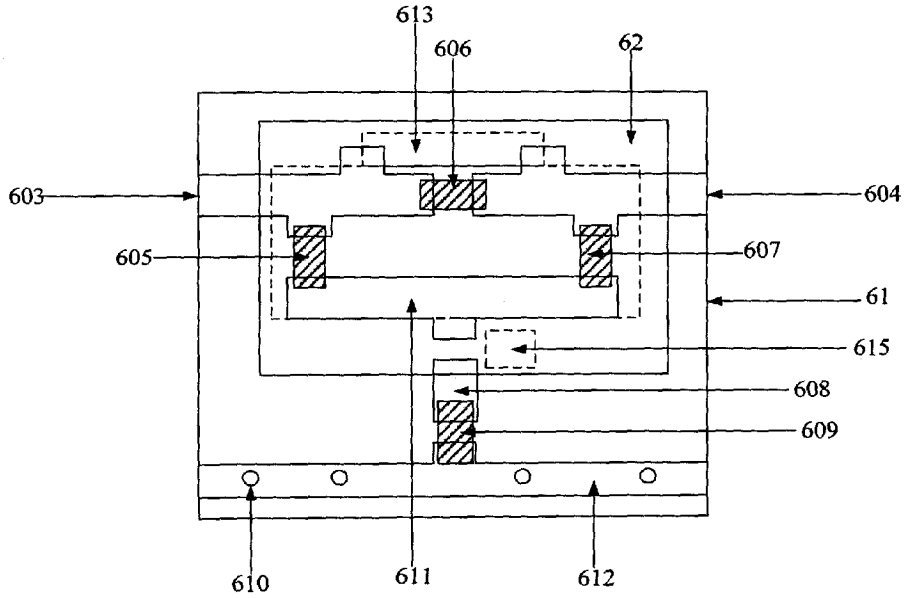

613
606
62
603
604
605
607
61
615
608
609
610
611
612

图 28

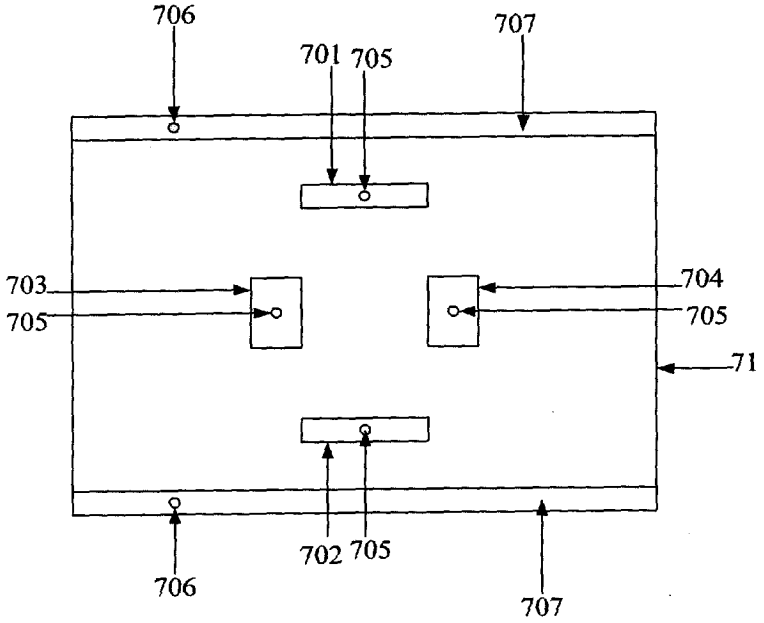

706
701
705
707
703
704
705
705
71
702
705
706
707

图 29

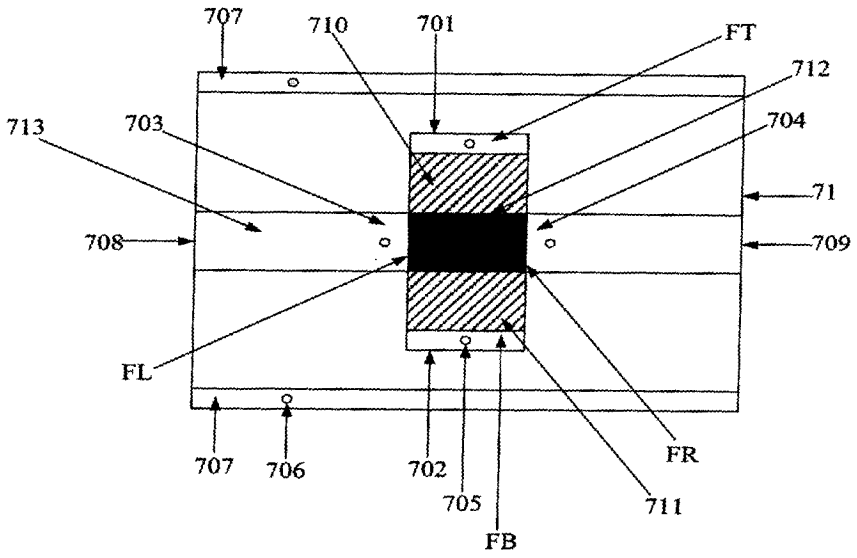

707
710
701
FT
712
713
703
704
71
708
709
FL
707
706
702
705
FB
711
FR

图 30

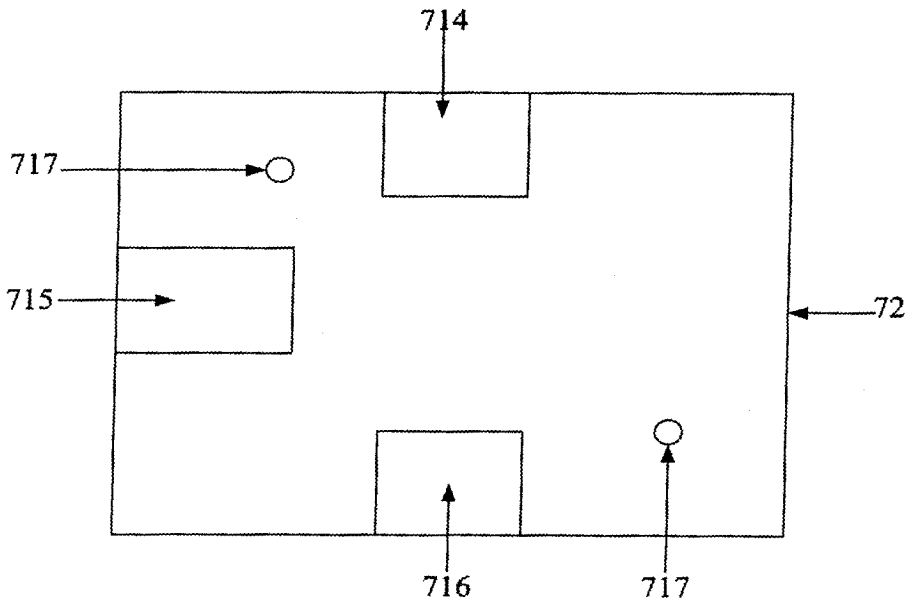

714
717
715
72
716
717

图 31

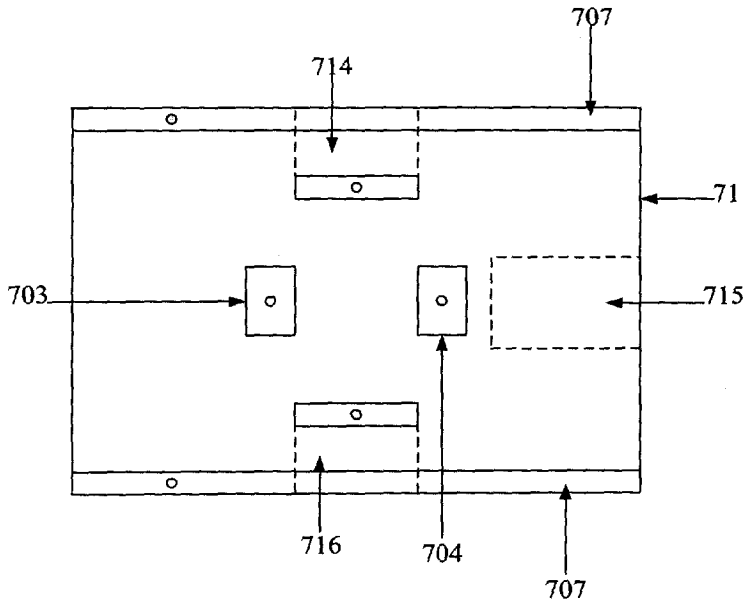


图 32

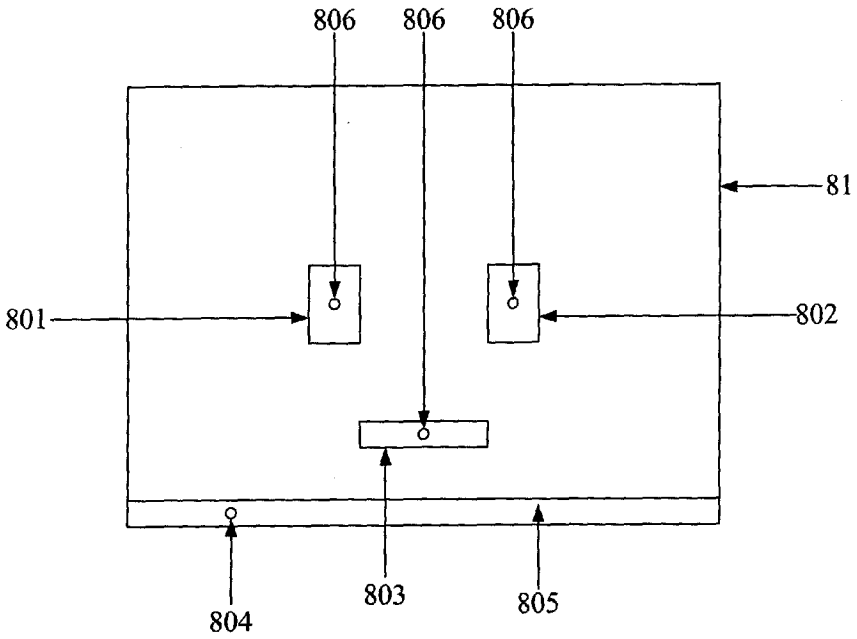


图 33

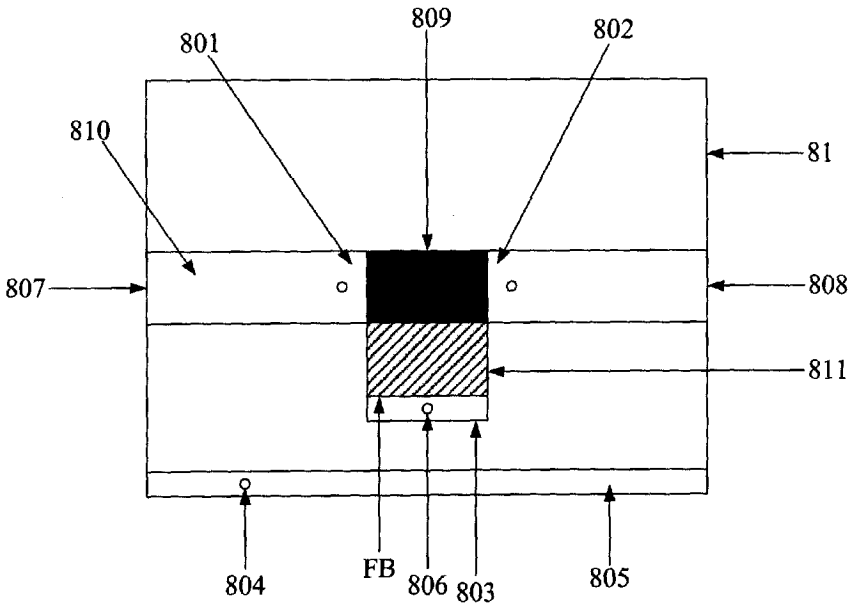

809
801
802
810
81
807
808
811
804
FB
806
803
805

图 34

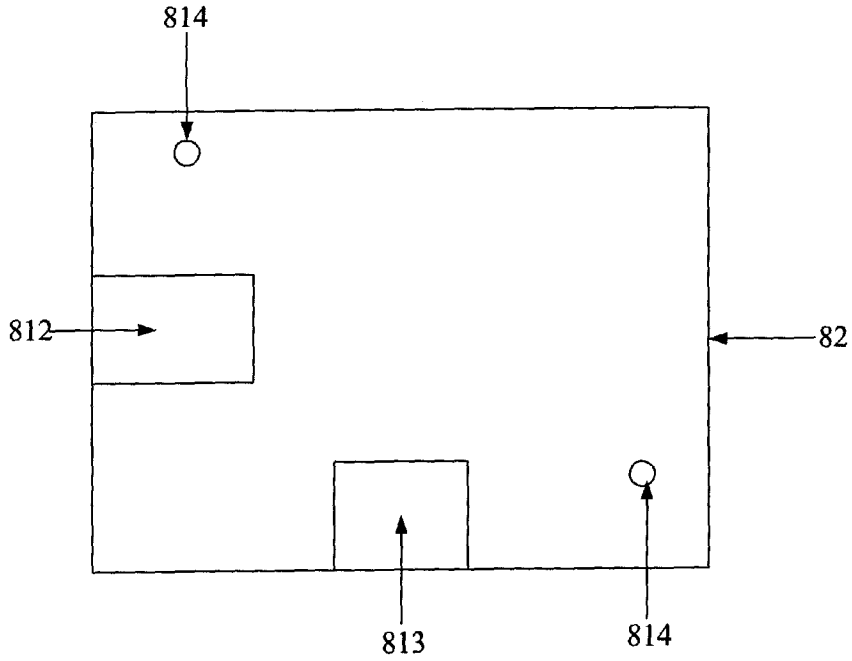

814
812
82
813
814

图 35

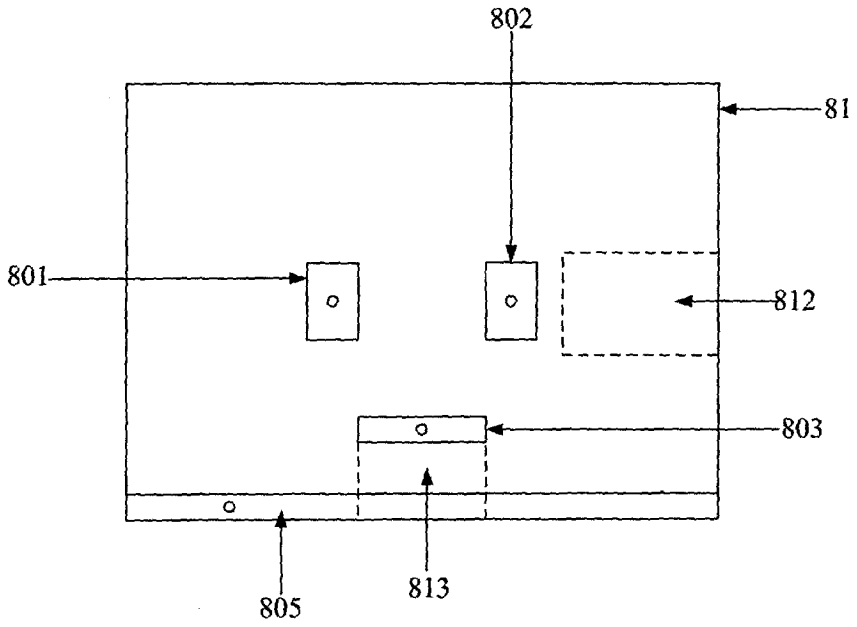


图 36

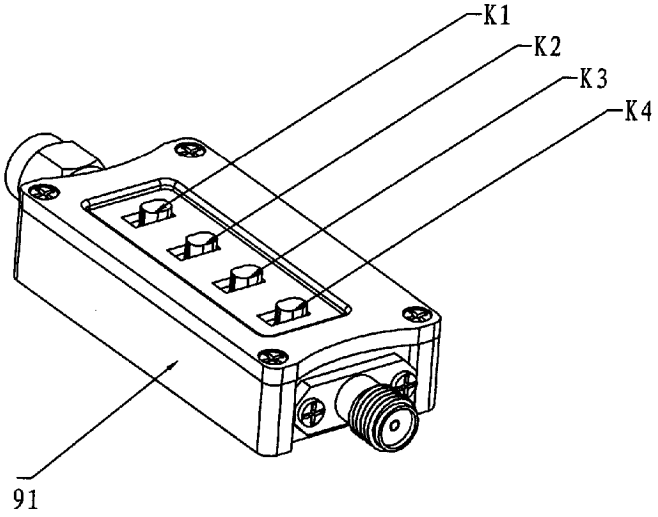


图 37

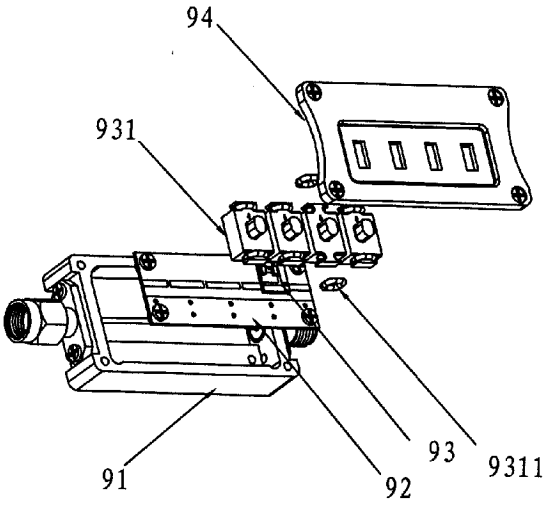


图 38

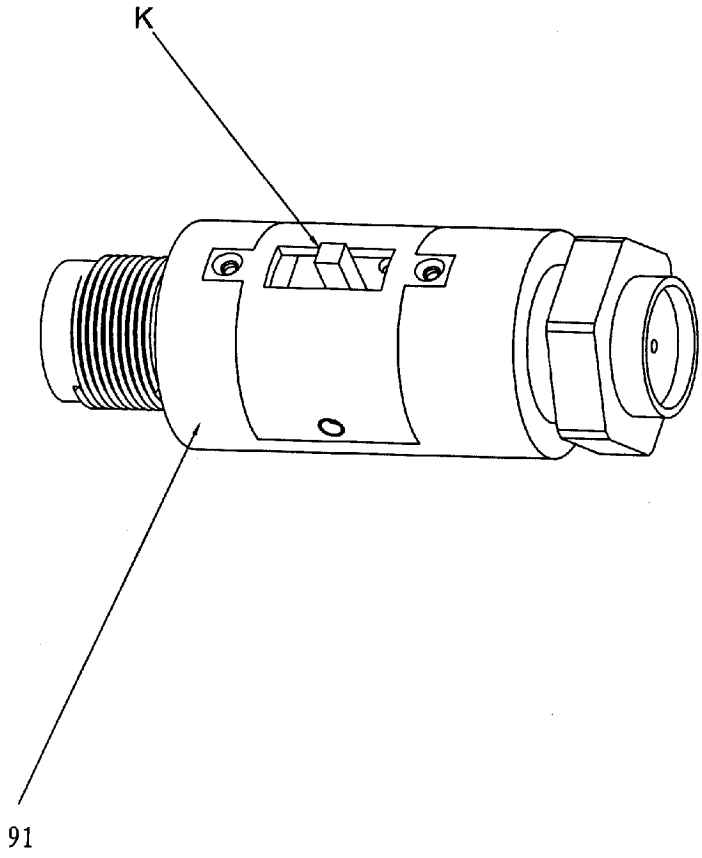


图 39