



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1695293 B

(45) 授权公告日 2010.06.16

(21) 申请号 03825134.5

(22) 申请日 2003.09.15

(30) 优先权数据

60/410,762 2002.09.13 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2005.05.13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2003/029316 2003.09.15

(87) PCT申请的公布数据

W02004/025833 EN 2004.03.25

(73) 专利权人 TLC 精密晶片技术公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 扎希尔亚·奥斯汀

蒂莫西·T·蔡尔兹

萨希德哈·瓦伊哈

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 朱进桂

(51) Int. Cl.

H03B 5/18 (2006.01)

(56) 对比文件

US 4518931 A, 1985.05.21, 全文.

CN 1176711 A, 1998.03.18, 全文.

审查员 王丹

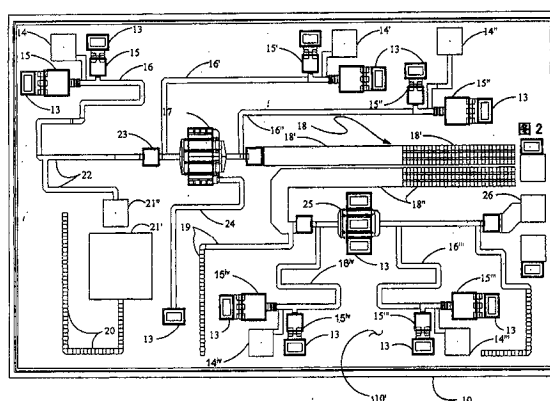
权利要求书 5 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

集成电路振荡器

(57) 摘要

一种以具有位于地平面上的半导体材料衬底的集成电路构成的反馈振荡器器件。所述电路具有至少部分设置在所述半导体材料衬底上的、具有输入和输出的放大器。利用定向耦合器,通过并行分立传输线传送系统和如变容二极管等电容器,将放大器输出信号耦合到放大器输入。所述衬底可以是砷化镓的。



1. 一种以集成电路构成的反馈振荡器器件,所述器件包括:

半导体材料衬底,具有位于其操作主表面相反侧的等电位主表面上的导电地平面;

包括至少一个晶体管的放大器,所述放大器在所述操作主表面,具有至少部分设置在所述半导体材料衬底上的输入和输出,所述放大器具有与第一电压源耦合的第一连接和与所述地平面耦合的第二连接,并且所述放大器能够在其输出处提供代表发生在所述输入处的信号的放大信号;

传输线耦合器,具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、具有输入长度的椭圆形输入导体,其一端与所述放大器输出电耦合,以及还具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、具有输出长度的椭圆形输出导体,其中输出导体与所述输入导体紧邻,所述输入长度上的所述输入导体实质上平行于所述输出长度上的所述输出导体;以及

包括电感和第一电容器的反馈路径,所述反馈路径的一端与所述耦合器的输出导体的一端电耦合,从而所述反馈路径将所述耦合器的输出导体通过所述电感和所述第一电容器与所述放大器输入电耦合,其中所述放大器、所述耦合器和所述反馈路径被配置为在至少部分由所述耦合器的所述输入长度和所述输出长度和所述第一电容器的电容所控制的频率处振荡,并且振荡器器件的输出信号基于在所述频率处的所述放大信号。

2. 根据权利要求1所述的器件,其特征在于所述半导体材料衬底是由砷化镓形成的。

3. 根据权利要求1所述的器件,其特征在于所述反馈路径还包括传送系统,用于利用所述第一电容器使来自所述耦合器输出导体的信号与所述放大器输入电耦合,所述传送系统具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、具有可变的输入长度的椭圆形输入导体,其一端实质上与所述耦合器输出导体电耦合,但在其相反侧未连接到所述操作主表面上的其他结构,以及具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、具有可变的输出长度的椭圆形输出导体,其一端实质上与所述放大器输入电耦合,但在其相反侧未连接到所述操作主表面上的其他结构。

4. 根据权利要求1所述的器件,其特征在于所述放大器的所述晶体管至少一部分在所述半导体材料上形成,并具有第一和第二端接区域并具有控制区域,通过所述控制区域,通过对其进行电激励,能够使其有效地提供所述第一和第二端接区域之间的选定电导率的导电路径,将所述第一端接区域与所述放大器输出耦合,并将所述控制区域与所述放大器输入耦合。

5. 根据权利要求1所述的器件,其特征在于所述耦合器输入导体具有位于所述操作主表面上的连续部分,其一端与所述放大器输出电耦合,并具有其相反端,包括位于所述操作主表面上的导电焊盘序列,通过具有位于所述导电焊盘之间的、相对易于去除的部分的至少一个架空导体互连,以便改变所述耦合器输入导体的所述输入长度;以及

所述耦合器输出导体具有位于所述操作主表面上的连续部分,其一端通过所述第一电容器与所述放大器输入电耦合,并具有其相反端,包括位于所述操作主表面上的导电焊盘序列,通过具有位于所述导电焊盘之间的、相对易于去除的部分的至少一个架空导体互连,以便改变所述耦合器输出导体的所述输出长度。

6. 根据权利要求1所述的器件,其特征在于所述第一电容器包括变容二极管,所述变容二极管具有与之相连的导体,通过所述导体,可以将低频电压进一步提供给所述变容二极管中的半导体材料结的两端,以便控制所述第一电容器的电容。

7. 根据权利要求 3 所述的器件,其特征在于还包括具有至少一个晶体管的补充放大器,所述补充放大器在所述操作主表面,具有至少部分设置在所述半导体材料衬底上的输入和输出,所述补充放大器具有与第一电压源的第一连接和与第二电压源的第二连接,并且所述放大器能够在其输出处提供代表发生在所述输入处的信号的放大信号,并使其输入与所述耦合器输出导体和所述传送系统输入导体电耦合。

8. 根据权利要求 3 所述的器件,其特征在于所述传送系统输入导体具有位于所述操作主表面上的连续部分,其一端与所述耦合器输出导体电耦合,并具有其相反端,包括位于所述操作主表面上的导电焊盘序列,通过具有位于所述导电焊盘之间的、相对易于去除的部分的至少一个架空导体互连,以便改变所述传送系统输入导体的输入长度;以及

所述传送系统输出导体具有位于所述操作主表面上的连续部分,其一端通过所述第一电容器与所述放大器输入电耦合,并具有其相反端,包括位于所述操作主表面上的导电焊盘序列,通过具有位于所述导电焊盘之间的、相对易于去除的部分的至少一个架空导体互连,以便改变所述传送系统输出导体的输出长度。

9. 根据权利要求 4 所述的器件,其特征在于所述半导体材料衬底是由砷化镓形成的。

10. 根据权利要求 4 所述的器件,其特征在于所述晶体管是高电子迁移率晶体管。

11. 根据权利要求 4 所述的器件,其特征在于所述第二端接区域通过电感从其耦合到所述导电地平面。

12. 根据权利要求 5 所述的器件,其特征在于所述反馈路径还包括传送系统,用于利用所述第一电容器使所述耦合器输出导体与所述放大器输入电耦合,所述传送系统具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的椭圆形输入导体,其一端实质上与所述耦合器输出导体电耦合,但在其相反端未连接到所述操作主表面上的其他结构,以及具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的椭圆形输出导体,其一端实质上通过所述第一电容器与所述放大器输入电耦合,但在其相反端未连接到所述操作主表面上的其他结构,以及

所述传送系统输入导体具有位于所述操作主表面上的连续部分,其一端与所述耦合器输出导体的所述连续部分端电耦合,并具有其相反端,包括位于所述操作主表面上的导电焊盘序列,通过具有位于所述导电焊盘之间的、相对易于去除的部分的至少一个架空导体互连,以便改变所述传送系统的所述输入导体的输入长度;以及

所述传送系统输出导体具有位于所述操作主表面上的连续部分,其一端通过所述第一电容器与所述放大器输入电耦合,并具有其相反端,包括位于所述操作主表面上的导电焊盘序列,通过具有位于所述导电焊盘之间的、相对易于去除的部分的至少一个架空导体互连,以便改变所述传送系统的所述输出导体的输出长度。

13. 根据权利要求 10 所述的器件,其特征在于所述晶体管是假晶高电子迁移率晶体管。

14. 根据权利要求 12 所述的器件,其特征在于还包括具有至少一个晶体管的补充放大器,所述补充放大器在所述操作主表面,具有至少部分设置在所述半导体材料衬底上的输入和输出,所述补充放大器具有与第一电压源的第一连接和与第二电压源的第二连接,并且所述放大器能够在其输出处提供代表发生在所述输入处的信号的放大信号,并使其输入与所述耦合器输出导体的所述连续部分端和所述传送系统输入导体的所述连续部分端电耦合。

15. 根据权利要求 14 所述的器件,其特征在于所述第一电容器包括变容二极管,所述变容二极管具有与之相连的导体,通过所述导体,可以将低频电压进一步提供给所述变容二极管中的半导体材料结的两端,以便控制所述第一电容器的电容。

16. 根据权利要求 1 所述的器件,其特征在于所述耦合器输出导体在其一端与所述放大器输入耦合,而在所述操作主平面上,没有作为它们之间的导体而延伸的导体。

17. 根据权利要求 1 所述的器件,其特征在于,在其一端与所述放大器输出耦合的所述耦合器输入导体在其相反端没有其它连接。

18. 根据权利要求 1 所述的器件,其特征在于所述选定输入长度和所述选定输出长度的每一个是与所述振荡器器件内的信号的振荡频率相关联的波长的四分之一。

19. 根据权利要求 3 所述的器件,其特征在于所述传送系统输入导体与所述传送系统输出导体充分间隔开,以避免在所述操作主表面上它们之间的实质性电磁耦合。

20. 根据权利要求 7 所述的器件,其特征在于,在其一端与所述放大器输出耦合的所述耦合器输入导体在其相反端没有其它连接。

21. 根据权利要求 3 所述的器件,其特征在于,所述耦合器输入和输出导体的所述选定输入长度和输出长度以及所述传送系统输入和输出导体的所述选定输入和输出长度的每一个是与所述振荡器器件内的信号的振荡频率相关联的波长的四分之一。

22. 根据权利要求 7 所述的器件,其特征在于所述第一电容器和所述传送系统具有串联的至少一个电路部分,具有依赖于频率的阻抗,在谐振频率处,表现出极限阻抗。

23. 根据权利要求 22 所述的器件,其特征在于所述传送系统输入导体与所述传送系统输出导体充分间隔开,以避免在所述操作主表面上它们之间的实质性电磁耦合,以及所述传送系统输入和输出导体的所述选定输入和输出长度的每一个是与所述振荡器器件内的信号的振荡频率相关联的波长的四分之一。

24. 一种以集成电路构成的反馈振荡器器件,向其中的信号提供选定振荡频率,所述器件包括:

半导体材料衬底,具有位于其操作主表面相反侧的等电位主表面上的导电地平面;

包括至少一个晶体管的放大器,所述放大器在所述操作主表面,具有至少部分设置在所述半导体材料衬底上的输入和输出,所述放大器具有与第一电压源耦合的第一连接和与所述地平面耦合的第二连接,并且所述放大器能够在其输出处提供代表发生在所述输入处的信号的放大信号;以及

包括第一电容器和传送系统的反馈路径,所述第一电容器具有电容,并且所述传送系统具有椭圆形输入导体,所述椭圆形输入导体的长度是与所述振荡频率相关联的波长的四分之一,并且被设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上,其一端实质上与所述放大器输出电耦合,但在它们之间没有设置任何一对不同长度的耦合导体的任何一方,并且在其相反端也未连接到所述操作主表面上的其他结构,以及具有椭圆形输出导体,所述椭圆形输出导体的长度是与所述振荡频率相关联的波长的四分之一,并且被设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上,其一端实质上通过所述第一电容器与所述放大器输入电耦合,但在它们之间没有设置任何一对与所述波长的四分之一不同长度的耦合导体的任何一方,并且在其相反端未连接到所述操作主表面上的其他结构,

所述输入导体与所述输出导体间隔开,其中所述放大器和所述反馈路径被配置为在至

少部分由所述传送系统的所述输入长度和所述输出长度和所述第一电容器的电容所确定的振荡频率处振荡。

25. 根据权利要求 24 所述的器件,其特征在于所述半导体材料衬底是由砷化镓形成的。

26. 根据权利要求 24 所述的器件,其特征在于所述第一电容器包括变容二极管,所述变容二极管具有与之相连的导体,其中所述导体充当高频处的电感器,以便提供高频信号阻碍,并且通过所述导体,可以将低频电压进一步提供给所述变容二极管中的半导体材料结的两端,以便控制所述第一电容器的电容。

27. 根据权利要求 25 所述的器件,其特征在于所述放大器的所述晶体管至少一部分形成在所述半导体材料上并具有第一和第二端接区域并具有控制区域,通过所述控制区域,通过对其进行电激励,能够使其有效地提供所述第一和第二端接区域之间的选定电导率的导电路径,将所述第一端接区域与所述放大器输出耦合,并将所述控制区域与所述放大器输入耦合。

28. 根据权利要求 24 所述的器件,其特征在于所述传送系统具有串联的至少一个电路部分,具有依赖于频率的阻抗,在谐振频率处,表现出极限阻抗。

29. 根据权利要求 27 所述的器件,其特征在于所述第二端接区域具有从其耦合到所述导电地平面的电感。

30. 根据权利要求 26 所述的器件,其特征在于所述第一电容器包括变容二极管,所述变容二极管具有与之相连的导体,通过所述导体,可以将低频电压进一步提供给所述变容二极管中的半导体材料结的两端,以便控制所述第一电容器的电容。

31. 根据权利要求 24 所述的器件,其特征在于所述传送系统输出导体在其一端与所述放大器输入耦合,而在所述操作主平面上,没有作为它们之间的导体而延伸的导体。

32. 根据权利要求 24 所述的器件,其特征在于还包括补充放大器,在所述操作主表面,具有至少部分设置在所述半导体材料衬底上的输入和输出,所述补充放大器能够在其输出处提供代表发生在所述输入处的信号的放大信号,并使其输入与所述传送系统输入导体电耦合。

33. 根据权利要求 26 所述的器件,其特征在于还包括电感器,利用所述第一电容器和所述传送系统使所述放大器输出与所述放大器输入电耦合。

34. 根据权利要求 27 所述的器件,其特征在于所述晶体管是高电子迁移率晶体管。

35. 根据权利要求 34 所述的器件,其特征在于所述晶体管是假晶高电子迁移率晶体管。

36. 根据权利要求 24 所述的器件,其特征在于还包括耦合器,利用所述传送系统将所述放大器输出与所述放大器输入电耦合,所述耦合器具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、选定输入长度的椭圆形输入导体,其一端在所述操作主表面上与所述放大器输出实质上电耦合,以及还具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、选定输出长度的椭圆形输出导体,所述输出导体的一端在所述操作主表面上与所述放大器输入实质上电耦合。

37. 根据权利要求 28 所述的器件,其特征在于还包括所述电路部分中的耦合器,利用所述传送系统将所述放大器输出与所述放大器输入电耦合,所述耦合器具有设置在所述半

导体衬底的所述操作主表面上的、选定输入长度的椭圆形输入导体,其一端在所述操作主表面上与所述放大器输出实质上电耦合,以及还具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、选定输出长度的椭圆形输出导体,所述输出导体的一端在所述操作主表面上与所述放大器输入实质上电耦合。

38. 根据权利要求 33 所述的器件,其特征在于还包括耦合器,利用所述传送系统、所述第一电容器和所述电感器将所述放大器输出与所述放大器输入电耦合,所述耦合器具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、选定输入长度的椭圆形输入导体,其一端在所述操作主表面上与所述放大器输出实质上电耦合,以及还具有设置在所述半导体衬底的所述操作主表面上的、选定输出长度的椭圆形输出导体,所述输出导体的一端在所述操作主表面上与所述放大器输入实质上电耦合。

39. 根据权利要求 31 所述的器件,其特征在于所述第一电容器包括变容二极管,所述变容二极管具有与之相连的导体,通过所述导体,可以将低频电压进一步提供给所述变容二极管中的半导体材料结的两端,以便控制所述第一电容器的电容。

集成电路振荡器

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路振荡器,更具体地,涉及以毫米波振荡的电子电路振荡器。

背景技术

[0002] 振荡器电路通过将施加到其上的恒定极性的电源的一部分转换为周期性信号输出来产生周期性电信号,而无需周期性信号输入。因此,高频振荡器是多种高操作频率系统的毫米波和微波能量源。即,高频振荡器通常是在频率转换和产生通信系统中的调制信号的载波中所使用的精确受控频率源。

[0003] 随着高频电路和系统的发展,需要性能更好的振荡器。使用高频振荡器所引起的一些问题包括输出信号幅度稳定性和相位噪声,即振荡频率与所需频率之间的变化,相对较大且较为昂贵的振荡系统,因为形成需要将多个组件安装在容纳其的设备中的区域上的混合电路需要在这些组件之间进行互连,有时通过手工完成,性能随温度变化、以及在多种环境下使用的可靠性而变化。

[0004] 此外,在许多应用中,振荡器必须相对于其输出信号的频率是可调谐的,以便用户根据需要来改变频率。在可调谐振荡器中所遇到的额外问题包括相对较窄的调谐频率带宽、调谐频率与控制变量的非线性变化、以及随着调谐控制变量对其做出的改变、输出信号频率和幅度的较长调整时间。因此,需要改进的高频振荡器,以减少这些问题,尤其是高频可调谐振荡器,以减少其所表现出的额外问题。

发明内容

[0005] 本发明提出了一种反馈振荡器器件,以具有半导体材料衬底的集成电路构成,所述半导体材料衬底具有位于与其操作主表面相对侧的等电位主表面上的导电接地平面。在操作表面处,将具有输入和输出的放大器至少部分设置在所述半导体材料衬底上,使所述放大器能够在其输出处提供代表发生在其输入处的信号的信号。耦合器,具有设置在所述半导体衬底的操作表面上的、选定输入长度的椭圆形输入导体,其一端与放大器输出电耦合;以及还具有设置在半导体衬底的操作表面上的、选定输出长度的椭圆形输出导体,与输入导体紧邻,使所述输入长度实质上平行于所述输出长度。输出导体的一端与放大器输入电耦合。

[0006] 还可以设置传送系统,用于使耦合器输出导体与放大器输入电耦合。此传送系统具有设置在半导体衬底的操作表面上的、选定输入长度的椭圆形输入导体,在操作表面上,其一端实质上与耦合器输出导体电耦合,但在其相反端未连接到操作表面上的其他结构。此传送系统还具有设置在半导体衬底的操作表面上的、选定输出长度的椭圆形输出导体,在操作表面上,其一端实质上与放大器输入电耦合,但在其相反端未连接到操作表面上的其他结构。

[0007] 使用电容器将所述传送系统和耦合器电耦合到放大器输入。放大器包括晶体管,以及半导体衬底典型地为砷化镓的,或者可选地,其他高迁移率半导体材料衬底。缓冲放大

器可以与所述振荡器一起使用。

附图说明

[0008] 图 1 以应用了本发明的单片集成电路芯片的示意图示出了示意组件布局 and 组件互连图；

[0009] 图 2 示出了与图 1 相对应的单片微波集成电路芯片的顶视图；

[0010] 图 3 示出了与图 2 所示的单片微波集成电路一起使用的组件和组件安装排列的示意透视图；

[0011] 图 4 示出了图 2 所示的单片微波集成电路的等效操作电路；以及

[0012] 图 5 示出了应用本发明的可选单片微波集成电路的顶视图。

具体实施方式

[0013] 先前已经利用多种电子器件实现了能够提供高频输出信号的振荡器电路。单端口负电阻振荡器使用能够对其进行偏置从而得到具有负实部的阻抗的有源器件，如 IMPATT 二极管和 Gunn 二极管等。但是，这些振荡器典型地形成具有支撑电路组件的多个衬底的混合模块，结果通常是相对较大尺寸和相对较高成本的振荡器电路实现。代替地使用多种高频晶体管之一作为有源器件的振荡器电路可以看作双端口电路，或者可以等效地看作利用具有强迫其操作在不稳定区域中的阻抗的潜在不稳定晶体管、还经常利用正反馈使器件更为不稳定的单端口负电阻电路。本发明涉及这种基于晶体管的振荡器电路，因为其适合于在应用半绝缘砷化镓 (GaAs) 衬底的单片集成电路芯片中形成这种电路，以减小这样实现的电路的物理尺寸和制造成本。可选地，可以使用磷化铟或其他高迁移率半导体材料衬底来代替 GaAs。

[0014] 图 1 以用于形成本发明的振荡器系统的单片集成电路芯片 10 的示意图示出了示意组件布局 and 组件互连图。图 2 按照实现在基于 GaAs 的芯片中的振荡器系统的可能物理布局示出了单片集成电路芯片 10 的顶视图。芯片 10 形成了电路组件的衬底，并在其上 and 其中构建组件互连。此衬底包括 $100\ \mu\text{m}$ 厚的 GaAs 材料层 11，其典型地表现出 12.9 的相对介电常数值和 6×10^{-4} 的损耗角正切值。

[0015] 在 GaAs 层 11 的背面形成接地平面导电层 12，从而设置看不到的等电位表面，作为 GaAs 层 11 的与其操作表面 10' 相对的背面主表面。通过以下步骤来形成此导电层：由于其粘附性，首先将非常薄的钛层设置在表面上，以非常薄的铂层覆盖，以防止在其上的下一层的扩散，所述下一层是金层，非常好地抵抗了由于环境中的化学侵蚀而导致的恶化。还通过图中所示的地指示符符号 13，将只在图 1 中示出的层 12 表示为处于地电位。以符号 13 标记由通过层 11 中的通孔的金属化互连形成的、到地平面 13 的其他连接。

[0016] 在操作表面 10' 上，在几个金属金电压源焊盘 14、14'、14''、14''' 和 14^{iv} 中的每一个处，向芯片 10 的振荡器系统的振荡器电路部分供电。与这些电压源焊盘中的每一个相关地使用解耦网络，以便 (a) 防止发生在芯片 10 的振荡器系统中的振荡电信号进入与这些焊盘电连接的那些通常所使用的恒定极性的、规定电压的电源，以及 (b) 防止快电压值干扰或电源噪声与这些电压源耦合进入芯片 10 的振荡器系统。因此，通过形成在操作表面 10' 的相应电容器分路来自这些电源的任何电压值干扰，所述电容器连接在电压源焊盘 14、14'、

14^{iv}、14^{iv}”和 14^{iv}中的相应一个与地之间,这些电容器分别是 15、15’、15”、15’”和 15^{iv}。为了制造方便,将这些电压源焊盘电容器分割为两个分立的并联电容器。

[0017] 此外,在操作表面 10’上形成四条相对较长的金属互连传输线 16、16’、16”、16’”和 16^{iv},每一个从电压源焊盘 14、14’、14”、14’”和 14^{iv}中的相应一个开始延伸,在高频下等效为电感,从而提供位于芯片 10 的振荡器电路和与电压源焊盘相连的那些电压源之间的高频信号模块。图中所示的所有其他互连结构也是由钛、铂和金层 (Ti/Pt/Au) 形成的。

[0018] 通常,通过具有与电压源焊盘 14、14’和 14”电连接的电源电压输出的、规定电压的电源为 Ti/Pt/Au 供电,以便操作如图所示的振荡器系统的振荡器电路部分。此振荡器电路基于无源三端晶体管器件 17(这里为具有栅极、漏极和源极的假晶高电子迁移率晶体管 (PHEMT))、初级谐振频率确定器(这里为带状线耦合器 18,用作定向耦合器)。耦合器 18 具有椭圆形输入微带导体 18’,与 PHEMT 17 的漏极电连接。与输入导体 18’平行、紧邻设置另一椭圆形输出微带导体 18”,以允许将高频信号从输入导体 18’耦合到输出导体 18”,但防止零频电流通过其间。

[0019] 通过形成在操作表面 10’上的、一起用作一对微带传输线段 19 和 20 的一对椭圆形 Ti/Pt/Au 导体来提供从 PHEMT 17 的漏极到其栅极的、振荡器电路中的反馈路径的其他部分,微带传输线段 19 与微带线耦合器 18 的输出微带导体 18”电连接。微带传输线段 19 由 Ti/Pt/Au 的初始连续带构成,其由互连 Ti/Pt/Au 线路焊盘序列延伸,否则彼此分立。通过在其上将每个线路焊盘互连到下一个并互连到原始连续带的架高金连续导体来提供这些 Ti/Pt/Au 线路焊盘的互连,从而形成合成椭圆形导体。将由架高导体互连的线路焊盘序列称为空气桥接线路或导体,并用于允许方便地折断或去除每个线路焊盘之间的架高线路互连,从而将架高导体中的断点另一侧的线路焊盘从形成微带传输线段 19 的椭圆合成导体中去除,从而缩短微带传输线段 19。

[0020] 另一方面,微带传输线段 20 完全由空气桥接线路或导体形成,即完全由通过架高连续金导体互连以形成椭圆形导体的、否则为分立的 Ti/Pt/Au 线路焊盘形成。在图 1 中,微带传输线段 20 的一端与变容二极管 21 互连。在图 2 中,微带传输线段 20 与 Ti/Pt/Au 安装焊盘 21’相连, Ti/Pt/Au 安装焊盘 21’与另一 Ti/Pt/Au 变容二极管互连焊盘 21”相分离。图 2 中未示出变容二极管,从而可以清楚地看到这些焊盘,因为在一个实施例中,实际上并未将其集成在集成电路芯片 10 的结构中。代替地,该实施例中的变容二极管 21 的一端安装在安装焊盘 21’上并与之互连,互连从其另一侧延伸到互连焊盘 21”。稍后将对此结构进行描述。

[0021] 在图 1 中,变容二极管 21 与电感器 22 的一端相连,电感器 22 由图 2 所示的延伸 Ti/Pt/Au 互连线路形成,设置在操作表面 10’上,此处也标为 22,用作高频电感器的互连线路。电感器 22 的、未与变容二极管 21 相连的一端通过形成在操作表面 10’的耦合电容器 23 与 PHEMT 17 的栅极相耦合。除了完成从 PHEMT 17 的漏极到其栅极的信号反馈路径之外,耦合电容器 23 还防止在电压源焊盘 14 和 14’处提供的电流转移到其他电路路径中。

[0022] 考虑到更为详细的振荡器电路组件,将 PHEMT 17 形成在设置在操作表面 10’上的超晶格缓冲层上,包括 GaAs 和 AlGaAs 的交替层,通过在相对较高的温度下利用分子束外延形成,从而最小化电子-空穴对产生-重组噪声,并减少抖动或 1/f 噪声。由本征 GaAs

层和 AlGaAs 层形成 PHEMT 17 的剩余部分, AlGaAs 层具有 GaInAs 峰通道,通过掺杂,使其上下具有 n 型导电材料,并以摩尔百分比大于 25% 的镓形成异质结。选择 PHEMT 17,具有 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 或更小的栅极长度,总栅极宽度为 $400\text{ }\mu\text{m}$,分隔成四个栅极指,每个 $100\text{ }\mu\text{m}$ 宽,以具有 80GHz 或更高的单向功率增益截止频率 f_{max} 。电压源焊盘 14' 和 14'' 分别提供对 PHEMT 17 的栅极和漏极的偏置,以确定与其性能特性有关的操作点,并且可以在其极限内改变这些电压,以在某种程度上改变 PHEMT 17 的操作点和不稳定区域。

[0023] 如图 2 所示,通过使用由 Ti/Pt/Au 的连续带形成的、也标为 24 的高阻抗微带传输线段来实现提供了图 1 中的 PHEMT 17 的源极和地之间的电感的等效电感器 24。在效果上,将此电感器反映为与 PHEMT 17 的栅极串联的无噪声电阻器,其有助于消除在此晶体管的操作期间可能发生的、除所需频率信号之外的任何可能的瞬时过程,从而稳定振荡器电路的振荡频率。

[0024] 尽管以上将其称为带状线耦合器,耦合器 18 实际上由两条平行连续 Ti/Pt/Au 微带线或导体构成,每一条的宽度大约为 $70\text{ }\mu\text{m}$,在其长度的大部分区域中的恒定最近间隔距离大约为 $10\text{ }\mu\text{m}$ 。此外,延伸输入导体 18' 的长度和输出导体 18'' 的长度,从在相同点彼此相交处开始,并使用空气桥接增加距离,以便再次连接彼此分立的 Ti/Pt/Au 线路焊盘序列,其上的架空金线路使其彼此互连并与初始连续导体互连。连续导体部分和输入导体 18' 的空气桥接部分的长度,以及初始连续部分和输出导体 18'' 的空气桥接部分的长度均为大约 $920\text{ }\mu\text{m}$,沿着所述长度方向,彼此以恒定最近距离(即最大耦合区域长度)相间隔。

[0025] 这种结构提供了在耦合波长的中间波段波长处的 -10db 耦合器,以及由作为中间波段波长的四分之一的耦合区域长度来设置中间波段波长。由于在中间波段波长处,耦合因子是相对较强的峰值因子,由针对耦合器输入导体 18' 而选择的耦合区域长度来确定中间波段波长,耦合器输出导体 18'' 将设置由耦合器 18 展示给振荡器电路的其余部分的等效并联谐振电路的谐振频率。因此,通过折断或去除将其连接至每个均与初始连续导体电互连的剩余空气桥接的架空导体,从耦合器输入导体 18' 和耦合器输出导体 18'' 中的每一个中的空气桥接的末端去除一些线路焊盘将增加耦合器 18 的中间波段波长和谐振频率。

[0026] 如果对其进行选择从而具有与耦合器输入导体 18' 和耦合器输出导体 18'' 相同的长度,则与耦合器输出导体 18'' 相连的、形成为合成椭圆形导体的微带传输线段 19 将具有等于耦合器 18 的谐振波长的四分之一的长度。由于微带传输线段 19,在与耦合器输出导体 18'' 相连的一端相反的一端,未与操作表面 10' 上的任何其他组件相连,微带传输线在此端开路。具有开路终端的四分之一波长微带传输线,在其输入处,对于与全波长相对应的信号频率,用作对地的短路,所以微带传输线段 19 提供了对耦合器 18 的输出的有效接地。如果最初将微带传输线段 19 选择为 $920\text{ }\mu\text{m}$,并且无论何时进行去除,都从其长度上去除与从耦合器输入导体 18' 和耦合器输出导体 18'' 的长度上去除的线路焊盘相同数量的线路焊盘,则上述情况总是如此。

[0027] 考虑到其完全构建为线路焊盘和对其进行互连的架空连续导体的空气桥接结构,可以使微带传输线段 20 具有与微带传输线段 19 以及耦合器输入导体 18' 和耦合器输出导体 18'' 相同的长度。而且,微带传输线段 20 的未与可变二极管安装焊盘 21' 相连的一端不与操作表面 10' 上的任何其他电路组件相连。微带传输线段 19 和微带传输线段 20 一起形成了传送系统,作为显然通过地的高频反馈路径的一部分。通过应用了这些开路四分之一

波微带传输线段的此地路径,同时保持漏极和栅极之间对甚低频信号的隔离,建立了作为对稳定振荡器设计的需要之一,从 PHEMT 17 的漏极到其栅极的正高频反馈路径。图 4 示出了此反馈路径的等效示意图,其还示出了针对耦合器 18 的并联谐振电路,其中将电阻、电容和电感的电路符号示为可变,因为空气桥接使其能够缩短耦合器输入导体 18' 和耦合器输出导体 18'' 的长度(为了有效,借助于同时缩短和匹配微带传输线段 19 和 20 的长度)。

[0028] 在一个实施例中,在其他地方制造的、实际安装在安装焊盘 21' 上且具有焊接于图 2 所示的芯片 10 上的互连焊盘 21'' 的配线的变容二极管 21,并利用导电银环氧树脂或焊料附加于这些焊盘,从而将振荡器电路配置为压控振荡器。当然,以电容器代替变容二极管 21 将允许振荡器电路作为固定频率振荡器进行操作,由于变容二极管或这种电容器在从 PHEMT 17 的漏极到其栅极的反馈路径中提供了与有效谐振电路串联的大部分电抗,以提供正反馈,从而确保电路振荡。

[0029] 通常,选择变容二极管 21,从而使其结电容响应所施加的二极管结反向偏置电压的变化值,实质上在从大约 0.3pF 到 1pF 的范围内变化。与芯片 10 一起使用的一种典型变容二极管具有根据 0.0 到 -12.0V 的范围内的二极管结反向偏置电压变化,而在 0.3pF 到 0.8pF 的范围内发生变化的二极管结电容。在使用状态下,电压源焊盘 14 与具有可选输出电压值的电压源电连接,通过此焊盘向变容二极管 21 的二极管结提供反向偏置,从而改变其电容值,进而改变出现在由从 PHEMT 17 的漏极到其栅极的反馈路径中提供的等效谐振电路中的电容值,由此改变振荡器电路的谐振频率。因此,可以利用在电压源焊盘 14 上提供的施加电压的值来控制振荡器电路中的振荡频率,得到大于 1GHz 的调谐频率范围。

[0030] 作为替代,在另一实施例中,可以将变容二极管 21 提供为与 PHEMT17 的形成相关地形成在芯片 10 上的集成变容二极管,其结果为如图 3 所示的示意透视图。设置相同的半导体材料层序列,以便通过分子束外延在集成变容二极管的位置形成基极,与为 PHEMT 17 所提供的相同。在设置这些层之后,利用蚀刻停止层,以形成用于每个 PHEMT 的半导体材料序列的所需剩余部分,之后,蚀刻半导体材料序列的剩余暴露部分,还设置该部分,用作要形成的变容二极管的基极,在图 3 中,将其标为半导体基极 17'。将 Ti/Pt/Au 金属层序列设置在基极 17' 上剩余的蚀刻停止部分上,并形成图案,以提供互连 20(以及互连 22)。然后,以类似的方法,在位于基极 17' 上的蚀刻停止上的互连 20 部分上将变容二极管 21 形成超突变二极管结。将接触焊盘设置在变容二极管 21 的上表面上,作为互连焊盘 21'',并在二者之间形成空气桥接 21'''。在美国专利 No. 6,060,962 中公开了与这样制造的变容二极管 21 的结构有关的更多细节,这里将其一并作为参考。变容二极管对整个输出信号的噪声和相位影响是可忽略的,并不会影响振荡器电路的整体性能。

[0031] 回到图 1 和 2,从耦合器 18 的耦合器输出导体 18'' 和微带传输线段 19 之间的互连获得来自振荡器电路的输出电压信号,并施加到设置在芯片 10 上的振荡系统中的缓冲放大和阻抗匹配输出电路中的放大器 25 的输入。以图 2 中也标为 25 的另一 PHEMT 来提供所示放大器 25。与 PHEMT 17 同时、按照相同的方式来制造 PHEMT 25,具有相同的栅极长度,但选择其具有 300 μm 的总栅极宽度,分隔为每个 150 μm 宽的两个栅极指,从而也具有 80GHz 的单向功率增益截止频率 f_{max} 。电压源焊盘 14' 和 14^{iv} 分别为 PHEMT 25 的漏极和栅极提供偏置电压,以确定其性能特性上的操作点。

[0032] PHEMT 25 的漏极与作为获得振荡系统的输出信号的位置的信号输出焊盘 26 相

连。如图 2 所示,微带传输线阻抗匹配段 27 与信号输出焊盘 26 相连,并由已互连否则将彼此分立的 Ti/Pt/Au 线路焊盘的空气桥接序列延伸的 Ti/Pt/Au 初级连续带形成。也由架空金连续导体来提供这些 Ti/Pt/Au 线路焊盘的互连,所述架空金连续导体在其上将每个线路焊盘互连到下一个并互连到初级连续带,从而形成合成椭圆形导体。从形成了微带传输线阻抗匹配段 27 的椭圆形合成导体中去除架空导体中的折断另一侧的线路焊盘缩短了微带传输线阻抗匹配段 27,从而允许振荡器系统的输出在其用作较大系统的一部分时与信号输出焊盘 26 电连接的其他电路进行阻抗匹配。在大多数系统互连情况下,不必如此,因而在图 1 中未示出。

[0033] 由芯片 10 的振荡器系统的 PHEMT 25 提供的缓冲放大器电路将放大由耦合器 18 从振荡器电路耦合到其的输出信号,将有助于提供与它所应用的任何较大系统的下一级的良好阻抗匹配电路。缓冲放大器具有高输入阻抗和低输出阻抗,从而将振荡器电路输出所表现出的高阻抗转换为 50Ω 的特性阻抗,便于与典型的 50Ω 通信系统一起使用。但是,如图 2 所示的振荡器系统的缓冲放大器 25 不能高增益或高功率输出。

[0034] (如图 2 所示,没有相应的数字标识符的耦合电容器连接在 PHEMT17 的漏极与耦合器 18 的耦合器输入导体 18' 之间,没有相应的数字标识符的另一耦合电容器连接在放大器 25 的输入与位于耦合器 18 的耦合器输出导体 18" 和微带传输线段 19 之间的互连之间。另一这种耦合电容器连接在 PHEMT 25 的漏极和信号输出焊盘 26 之间。为了芯片设计灵活性和评估的原因,为芯片 10 提供这些耦合电容器,但对于振荡器系统的操作是不必需的。因此,在前两个实例中,可以用短路互连来代替耦合电容器,因为耦合器 18 防止低频电压和电流通过。如果在较大的系统中使用芯片 10 的振荡器系统时,未将发生在 PHEMT 25 的漏极处的低频电压和电流耦合到与信号输出焊盘 26 相连的其他系统,则最后一个实例中的耦合电容器也可以用短路互连来代替。因此,在图 1 中并未示出这些耦合电容器。)

[0035] 设置芯片 10 的振荡器电路,从而当不存在机械调谐时,即当未去除任何空气桥接时,包括 PHEMT 17 和关联晶体管偏置网络的振荡器晶体管电路,在电路特性上,处于其中能够以正反馈发生电路振荡的不稳定参数区域的边缘。对 PHEMT 17 和 PHEMT 25 进行偏置,以具有 $\sim 4V$ 的漏极电压、 $\sim 130mA$ 的漏极电流和 $\sim 0.5V$ 的栅极电压。振荡器电路将以其最低可能振荡频率 ($\sim 24GHz$)、最大可用长度 (即最长可用路径,通过耦合器 18、通过微带传输线段 19 和微带传输线段 20 ($\sim 920\mu m$)) 振荡。显然,当未去除任何空气桥接,从而振荡器晶体管电路中的 PHEMT 17 及关联晶体管偏置网络处于不稳定参数区域的边缘时,发生这种情况。

[0036] 如果代替地通过去除这些空气桥接中所选的一个来机械调谐振荡器电路,振荡器晶体管电路的参数将更加进入不稳定参数区域,以产生与耦合器 18、微带传输线段 19 和微带传输线段 20 的缩短长度相对应的较大振荡频率。对于每一个都有足够的空气桥接,以允许振荡器晶体管电路充分地改变其参数,以达到存在发生电路振荡的潜力的所述电路的整个不稳定参数区域中的任何地方。如果去除全部这些空气桥接,振荡器晶体管电路参数将达到不稳定参数区域的另一边缘,振荡器晶体管电路将以最高可能频率 ($\sim 40GHz$) 振荡。从耦合器 18、微带传输线段 19 和微带传输线段 20 的每一个中去除一个相应的空气桥接将粗略地使振荡器电路的振荡频率增加 $1GHz$ 。通过这种机械调谐,振荡器电路能够实现多于 $15GHz$ 的振荡频率变化。

[0037] 在将振荡器电路机械调谐到由此调谐范围提供的不同振荡频率时,通过从每一个中去除相应的空气桥接,同步地调谐耦合器 18、微带传输线段 19 和微带传输线段 20 从而保持其具有相等的长度,每一个均为振荡频率的四分之一波长,以保持 PHEMT 17 的漏极和栅极之间的正反馈,并有效保持耦合器 18 的等效并联谐振电路。这种机械调谐将改变如图 4 所示的等效电路的 RLC 参数,相应地以不同的频率谐振。通过改变施加到变容二极管 21 上的反向偏置结电压,机械调谐不会严重地影响振荡器电路可用的频率范围。

[0038] 图 5 示出了单片集成电路芯片 10 的另一版本的顶视图,按照振荡器系统的另一可能物理布局,同样以基于 GaAs 的芯片实现,适用于比图 1 和 2 之一更高的频带。在适当的情况下,与图 2 中的电路组件和结构相类似的图 5 中的电路组件和结构在这些附图中具有相同的数字标号。图 5 所示的版本对于 PHEMT 17 采用了类似于图 2 中的 PHEMT25 的 PHEMT。将自偏置方案引入 PHEMT 17。而且,为 PHEMT 17 和 PHEMT25 提供公共漏极偏置。图 5 实施例中的 PHEMT 17 具有比用在图 2 实施例中的相应 PHEMT 在更高频带中进行振荡的潜力,此处,其范围是 24GHz 到 40GHz。当然,再次选择图 5 中的耦合器 18、微带传输线段 19 和微带传输线段 20 的长度,使其等于包括 PHEMT 17 的振荡器晶体管电路的潜在振荡频率的四分之一波长。

[0039] 尽管已经参照优选实施例对本发明进行了描述,本领域的普通技术人员将意识到可以在形式和细节上进行改变,而并不偏离本发明的精神和范围。

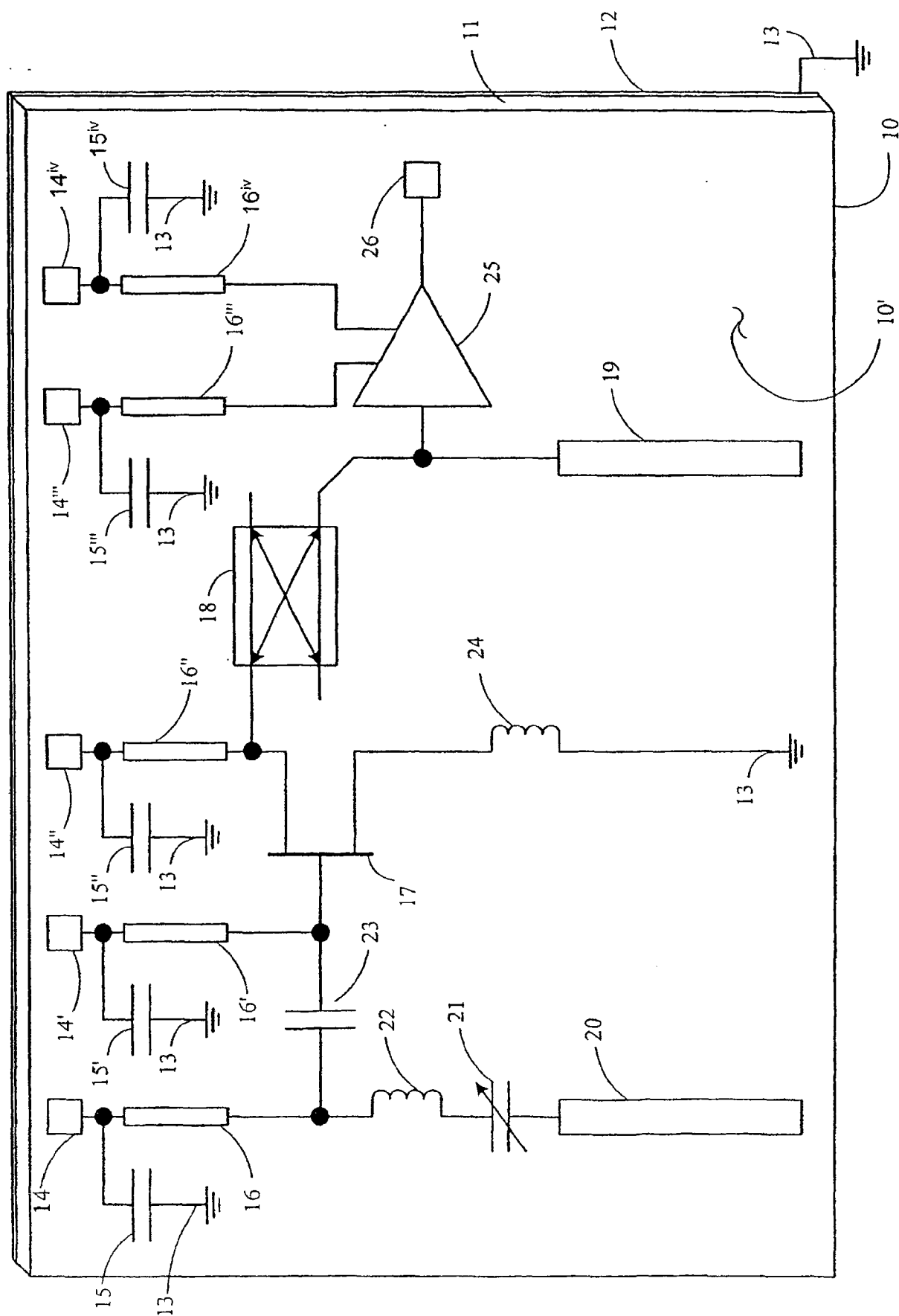


图 1

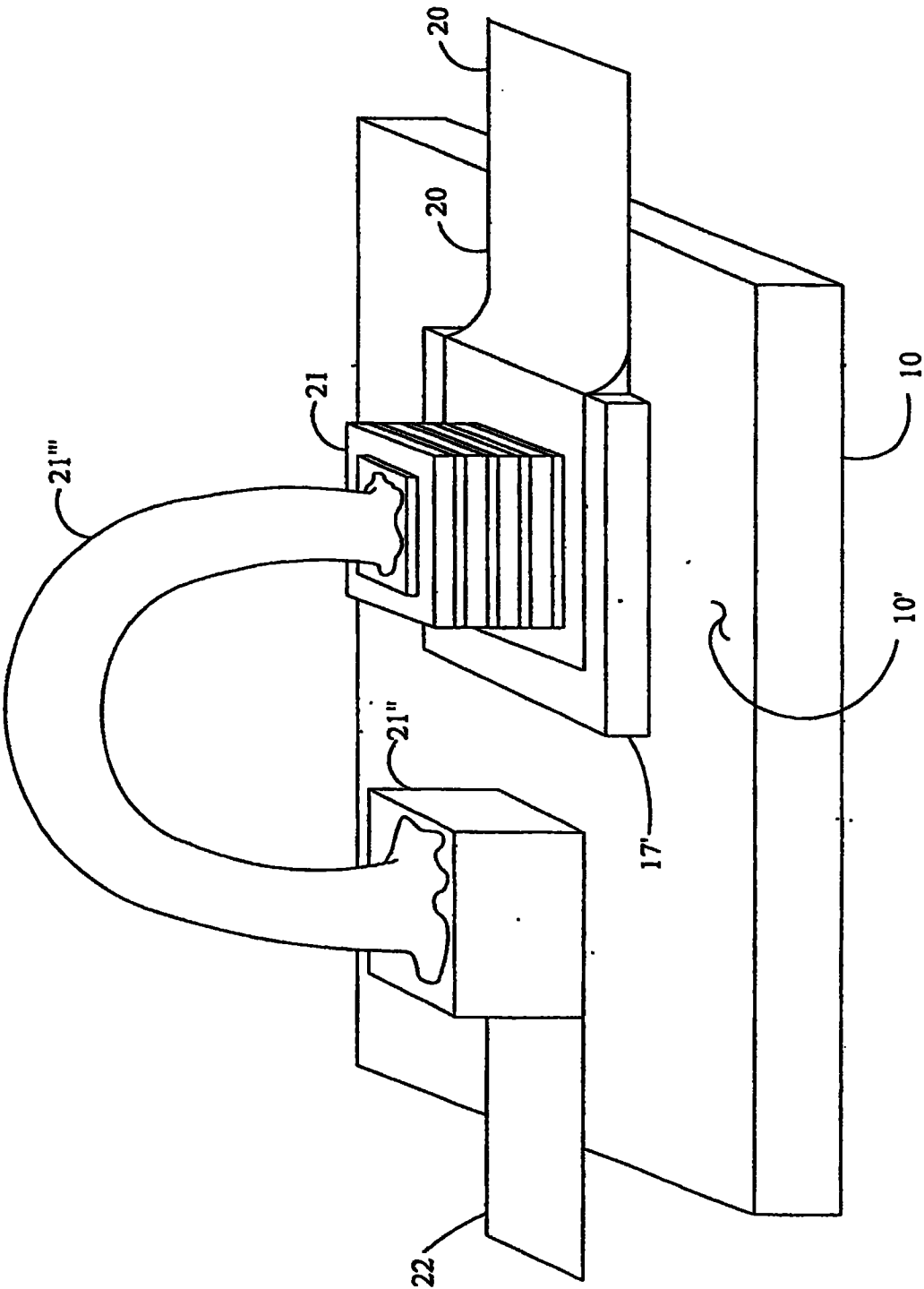


图 3

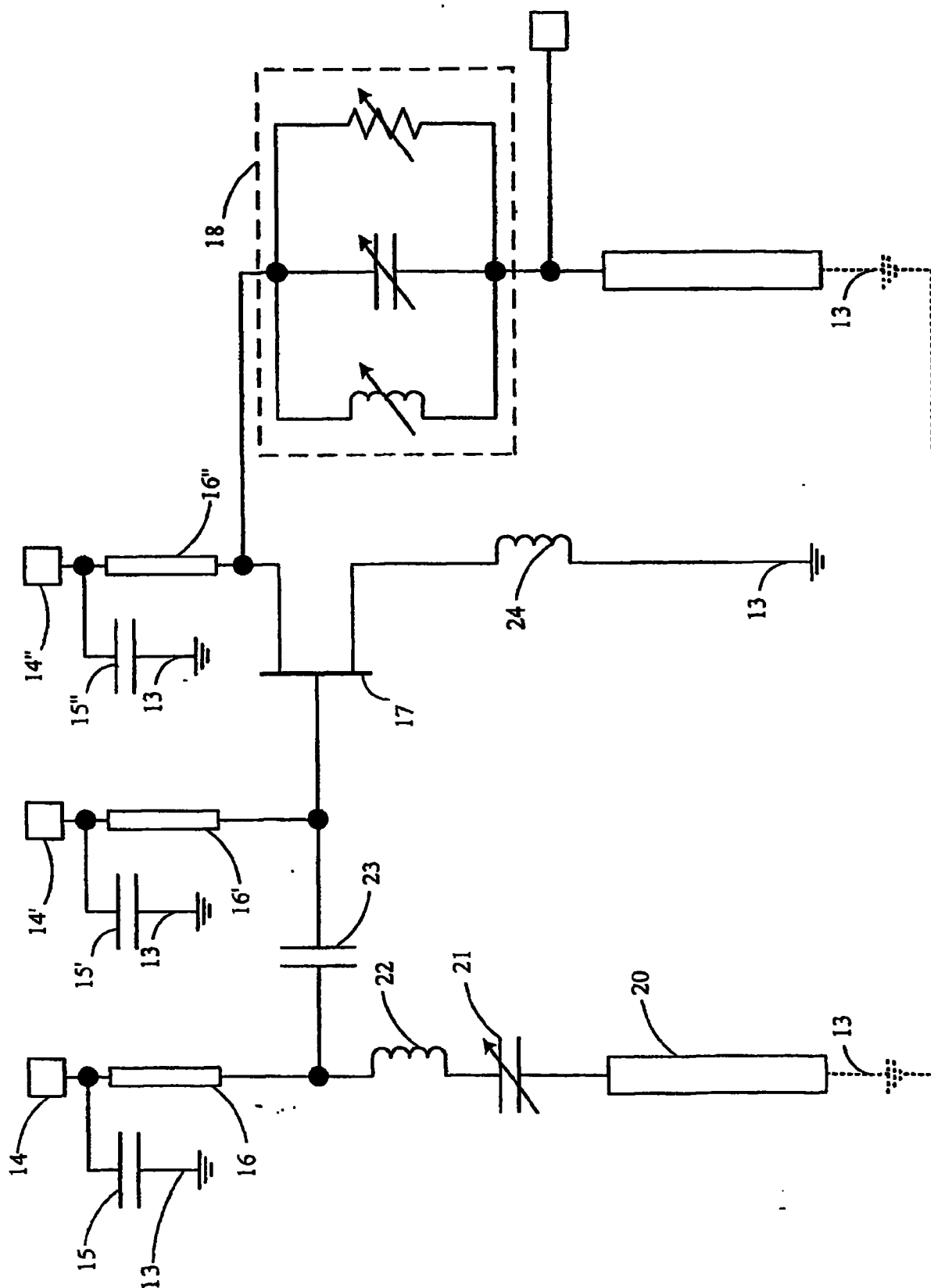


图 4

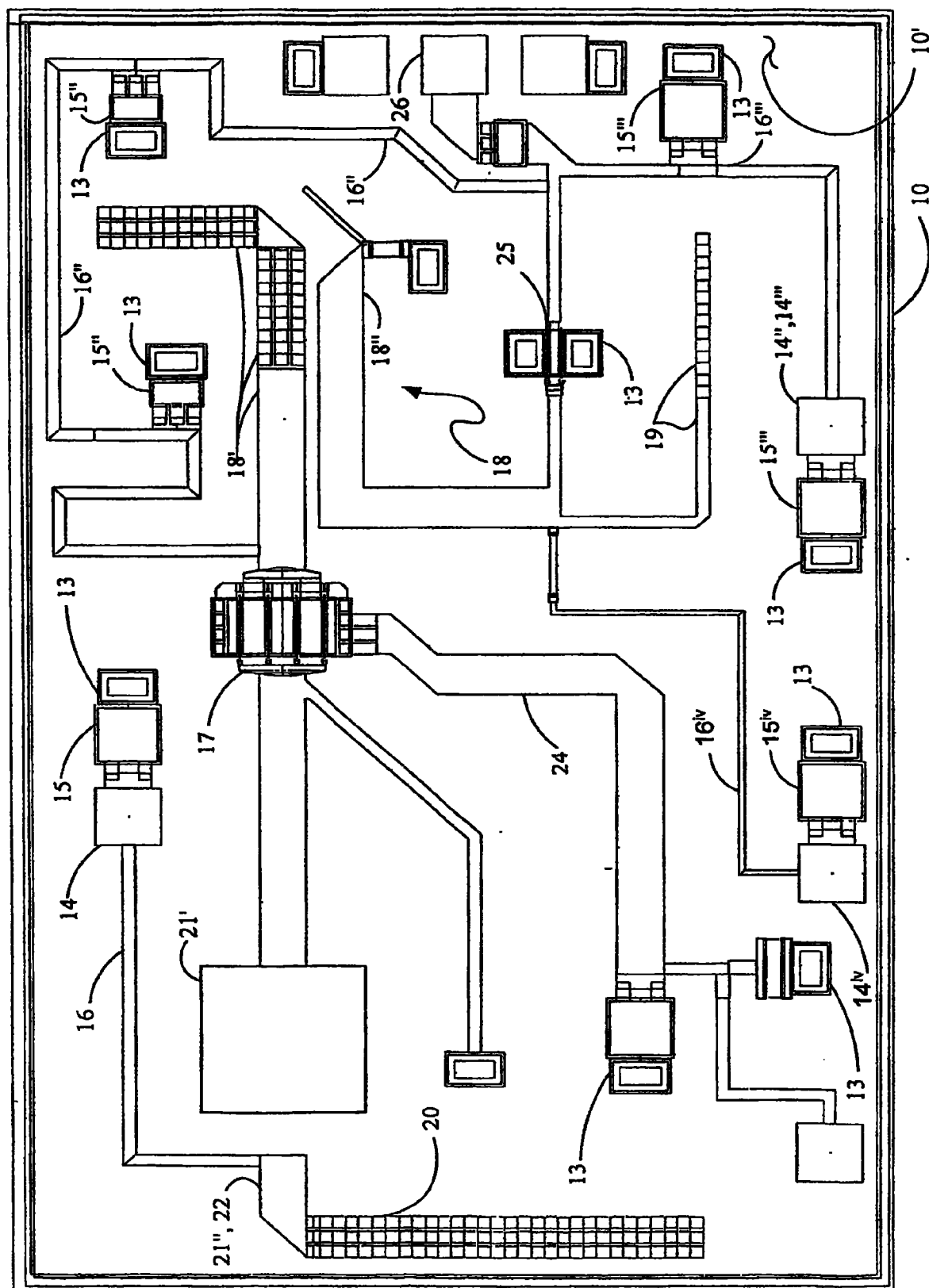


图 5