



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101874347 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 200880117475. 1

(22) 申请日 2008. 11. 26

(30) 优先权数据

11/945, 892 2007. 11. 27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 05. 24

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2008/084772 2008. 11. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/070628 EN 2009. 06. 04

(73) 专利权人 高通股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 艾伦·纳恩·赫

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限

责任公司 11287

代理人 刘国伟

(51) Int. Cl.

H03H 7/40 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0251984 A1, 2004. 12. 16, 全文.

CN 1965475 A, 2007. 05. 16, 全文.

US 2003/0227354 A1, 2003. 12. 11,

US 2005/0181750 A1, 2005. 08. 18, 全文.

GB 1271441 A, 1972. 04. 19, 全文.

GB 1271441 A, 1972. 04. 19, 全文.

审查员 刘可

权利要求书3页 说明书6页 附图6页

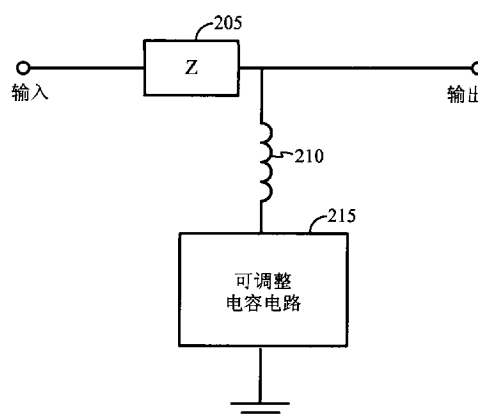
(54) 发明名称

用于射频集成电路中的电感器调谐的方法和
设备

(57) 摘要

本发明呈现一种用于匹配射频 (RF) 集成电路内的阻抗的设备。所述设备包括：第一阻抗元件 (205)，其放置于 RF 信号路径中；第一电感器 (210)，其制造于所述集成电路上并连接到所述第一阻抗元件 (205) 以及可调整电容 (215) 电路，其与所述第一电感器 (210) 串联连接并串联放置于所述第一电感器 (210) 与接地节点之间，其中所述可调整电容电路 (215) 经调整以调谐所述第一电感器 (210) 的电感。呈现一种用于调谐电感器的方法。所述方法包括：确认 RF 集成电路中的电感器的目标电感值；以及确定可调整电容电路的电容值，使得当耦合到所述电感器时所述可调整电容电路和所述电感器的组合阻抗被调谐为所述所确认的目标电感值。

200



1. 一种用于匹配射频 (RF) 集成电路内的阻抗的设备,其包含:

第一阻抗元件,其放置于阻抗匹配电路的输入与输出端口之间的 RF 信号路径中;

第一电感器,其制造于所述集成电路上并连接到所述第一阻抗元件;以及

可调整电容电路,其与所述第一电感器串联连接并以一配置放置于所述第一电感器与接地节点之间,所述配置响应于所述可调整电容电路中的有效电容的改变而校准所述第一电感器的有效电感。

2. 根据权利要求 1 所述的设备,其中所述可调整电容电路包含:

可调谐电容器阵列,其具有多个电容器和开关,其中每一开关经配置以使得其接通/切断状态影响所述可调谐电容器阵列的电容值。

3. 根据权利要求 2 所述的设备,其中就所述多个电容器和开关来说,每一电容器与开关串联连接以形成开关电容器,且所述多个开关电容器并联连接。

4. 根据权利要求 3 所述的设备,其中可调整电容由以下等式来描述:

$$C_{eff} = \sum_{i=1}^N s_i C_i,$$

其中

如果开关 s_i 为接通的,那么 $s_i = 1$,且如果开关 s_i 为切断的,那么 $s_i = 0$,且其中 C_1 至 C_N 分别为所述多个电容器的电容。

5. 根据权利要求 2 所述的设备,其中就所述多个电容器和开关来说,每一开关与至少一个电容器并联连接,且其中所述至少一个电容器串联连接。

6. 根据权利要求 5 所述的设备,其中所述可调整电容由以下等式来描述:

$$C_{eff} = \begin{cases} C_1 & \text{如果 } J=1 \\ \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \sum_{i=2}^J \frac{1}{C_i}} & \text{如果 } 1 < J \leq N, \end{cases}$$

其中

J 等于开关号,所述开关号为 1 到 N 中的闭合的第一者,且其中 C_1 至 C_N 分别为所述多个电容器的电容。

7. 根据权利要求 2 所述的设备,其中就所述多个电容器和开关来说,每一电容器与一个开关并联连接以形成开关电容器,且所述多个开关电容器串联连接。

8. 根据权利要求 7 所述的设备,其中所述可调整电容由以下等式来描述:

$$C_{eff} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1-s_i}{C_i}},$$

其中

如果开关 s_i 为接通的,那么 $s_i = 1$,且如果开关 s_i 为切断的,那么 $s_i = 0$,且其中 C_1 至 C_N 分别为所述多个电容器的电容。

9. 根据权利要求 2 所述的设备,其中所述多个开关包含可由软件控制的晶体管。

10. 根据权利要求 9 所述的设备,其中所述晶体管为 n 型金属氧化物半导体 (NMOS) 装置。

11. 根据权利要求 1 所述的设备,其中所述第一阻抗元件包含电容器。

12. 根据权利要求 1 所述的设备,其中所述可调整电容器电路在 2.4GHz 频率范围中使用。

13. 根据权利要求 1 所述的设备,其进一步包含:

第二电感器,其制造于所述集成电路上并连接到所述第一阻抗元件,其中所述第一阻抗元件放置于所述第一与第二电感器之间;以及

第二可调整电容电路,其与所述第二电感器串联连接并放置于所述第二电感器与接地节点之间,其中所述第二可调整电容电路经调整以调谐所述第二电感器的电感。

14. 根据权利要求 1 所述的设备,其进一步包含:

第二阻抗元件,其放置于所述 RF 信号路径中并连接到所述第一电感器和所述第一阻抗元件。

15. 根据权利要求 1 所述的设备,其中所述第一电感器包含金属化条状物,所述金属化条状物以用于集中磁通量的图案而形成。

16. 根据权利要求 15 所述的设备,其中所述金属化条状物使用螺旋图案而形成。

17. 一种用于调谐电感器的方法,其包含:

调整可调整电容电路的电容值,所述可调整电容电路以一配置放置于电感器与接地节点之间,所述配置响应于所述可调整电容电路的有效电容值的改变而校准所述电感器的有效电感,使得所述可调整电容电路和所述电感器的组合阻抗被调谐为射频 (RF) 集成电路中的电感器的目标电感值。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中所述可调整电容电路是包括多个电容器和开关的可调谐电容器阵列,且其中所述方法进一步包含:

设定所述多个开关的配置使得所述可调谐电容器阵列被设定为所确定的电容值。

19. 一种用于调谐电感器的设备,其包含:

用于调整可调整电容电路的电容值的装置,所述可调整电容电路以一配置放置于电感器与接地节点之间,所述配置响应于所述可调整电容电路的有效电容值的改变而校准所述电感器的有效电感,使得所述可调整电容电路和所述电感器的组合阻抗被调谐为射频 (RF) 集成电路中的电感器的目标电感值。

20. 根据权利要求 19 所述的用于调谐电感器的设备,其中所述可调整电容电路是包括多个电容器和开关的可调谐电容器阵列,所述设备进一步包含:

用于选择所述多个开关的配置使得所述可调谐电容器阵列被设定为所确定的电容值的装置。

21. 一种用于匹配射频 (RF) 集成电路内的阻抗的设备,其包含:

第一阻抗元件,其放置于阻抗匹配电路的输入与输出端口之间的 RF 信号路径中;

第一电感器,其制造于所述集成电路上并连接到所述第一阻抗元件;以及

可调整电容电路,其与所述第一电感器串联连接并以一配置放置于所述第一电感器与接地节点之间,所述配置响应于所述可调整电容电路中的有效电容的改变而校准所述第一电感器的有效电感,其中所述可调整电容电路包含:

控制器,其具有经配置以调整电容值使得所述可调整电容电路和所述电感器的组合阻抗被调谐为射频 (RF) 集成电路中的电感器的目标电感值的逻辑。

22. 根据权利要求 21 所述的设备,其中所述可调整电容电路进一步包含:

可调谐电容器阵列,其包括多个电容器和开关,且其中控制器包括经配置以设定所述多个开关的配置从而调整所述电容值的逻辑。

23. 根据权利要求 22 所述的设备,其中就所述多个电容器和开关来说,每一电容器与开关串联连接以形成开关电容器,且所述多个开关电容器并联连接。

24. 根据权利要求 22 所述的设备,其中就所述多个电容器和开关来说,每一开关与至少一个电容器并联连接,且其中所述至少一个电容器串联连接。

25. 根据权利要求 22 所述的设备,其中就所述多个电容器和开关来说,每一电容器与一个开关并联连接以形成开关电容器,且所述多个开关电容器串联连接。

用于射频集成电路中的电感器调谐的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明的实施例大体涉及阻抗匹配电路,且更具体来说涉及能够调谐射频(RF)阻抗匹配集成电路(IC)内的电感器的电路。

背景技术

[0002] 射频集成电路(RFIC)网络可利用阻抗匹配电路来与RFIC网络内的不同子区段介接。阻抗匹配电路可用以改进网络子区段之间的功率转移且/或缓和在所述子区段的电边界之间出现的信号反射。在RFIC衬底本身上直接制造阻抗匹配电路可有益于迫使成本减少和改进封装效率。

[0003] 调谐匹配网络以改进性能可向电路设计者提出挑战。因为各种电路元件(例如,电感器、电容器等)的参数取决于许多因素,所以阻抗匹配电路的性能可能难以预测。常规上,为了实现阻抗匹配的充分精确度,调谐阻抗匹配网络可利用反复试错(trial-and-error)技术。一种常规做法可涉及对特定芯片上电路元件作出初始猜测,接着测量结果以确定电路的有效性。如果电路的性能并不令人满意,那么阻抗匹配电路中的电路元件可用具有不同值的另一电路元件来替代。可重复此过程直到RF网络适当地工作为止。

[0004] 可通过物理上移除旧的电路元件并用新的电路元件替换所述旧的电路元件来执行电路元件的替代。然而,此做法可能并非最可行,因为可能难以物理上替换放置于集成电路的裸片上的电路元件。电路元件的物理替换可涉及集成电路的昂贵的金属旋压件(metal spin)。金属旋压件是额外设计定案(tapeout)(例如,将设计发送到制造厂),在所述设计定案中,电路的金属层被更改,但硅层保持不变。

[0005] 较具成本效益的做法可涉及在集成电路上放置/制造多个电路元件(即,一“组”电路元件),以及从所述多个电路元件中选择一个或一个以上电路元件以确定哪一电路元件提供最佳性能。

[0006] 阻抗匹配电路通常利用电感器来实现所需频率下的谐振效应。因此可能需要更改电感器的电感值以便调谐阻抗匹配电路。然而,使用集成电路技术制造的电感器可占据集成电路裸片上的大量空间(例如,通常为300um乘300um或更大)。因此,实施电感器组以用于更改电感器值从而促进调谐阻抗匹配电路可能并不可行。

[0007] 因此,需要RFIC阻抗匹配电路,其可经容易且经济地调谐以实现改进的性能。

发明内容

[0008] 本发明的一实施例可包括一种用于匹配射频(RF)集成电路内的阻抗的设备。所述设备包括:第一阻抗元件,其放置于RF信号路径中;第一电感器,其制造于集成电路上并连接到第一阻抗元件;以及可调整电容电路,其与第一电感器串联连接并放置于第一电感器与接地节点之间,其中所述可调整电容电路经调整以调谐第一电感器的电感。

[0009] 本发明的另一实施例可包括呈现一种用于调谐电感器的方法。所述方法包括:确

认 RF 集成电路中的电感器的目标电感值 ; 以及确定可调整电容电路的电容值 , 使得当耦合到电感器时可调整电容电路和电感器的组合阻抗被调谐为所确认的目标电感值。

[0010] 本发明的另一实施例可包括一种用于调谐电感器的设备。所述设备包括用于调整可调整电容电路的电容值使得当耦合到电感器时可调整电容电路和电感器的组合阻抗被调谐为射频 (RF) 集成电路中的电感器的目标电感值的装置。

[0011] 本发明的另一实施例可包括一种用于调谐匹配电路内的电感器的设备。所述设备包含 : 第一阻抗元件, 其放置于 RF 信号路径中 ; 第一电感器, 其制造于集成电路上并连接到第一阻抗元件 ; 以及可调整电容电路, 其与第一电感器串联连接并放置于第一电感器与接地节点之间, 其中所述可调整电容电路经调整以调谐第一电感器的电感, 且其中所述可调整电容电路包含控制器, 所述控制器具有经配置以调整电容值使得可调整电容电路和电感器的组合阻抗被调谐为射频 (RF) 集成电路中的电感器的目标电感值的逻辑。

附图说明

[0012] 呈现附图以辅助描述本发明的实施例, 且仅出于说明所述实施例而非限制所述实施例的目的而提供附图。

[0013] 图 1 是描绘使用阻抗匹配网络的示范性发射器和接收器的框图。

[0014] 图 2 是具有可调谐电感器的示范性阻抗匹配电路的示意图。

[0015] 图 3A、图 3B 和图 3C 是示范性可调整电容电路的示意图。

[0016] 图 4A、图 4B 和图 4C 是阻抗匹配电路的各种实例的示意图。

[0017] 图 5 是使用集成电路技术制造的示范性电感器和电容器的图。

[0018] 图 6 是描绘用于调谐阻抗匹配电路的示范性过程的流程图。

具体实施方式

[0019] 在针对本发明的特定实施例的以下描述和相关图式中揭示了本发明的各方面。可在不脱离本发明的范围的情况下设计替代实施例。另外, 将不详细描述或将省略本发明的众所周知的元件以便不会混淆本发明的相关细节。

[0020] 本文中使用的词语“示范性”以表示“充当实例、例子或说明”。在本文中被描述为“示范性”的任何实施例未必被解释为与其它实施例相比是优选或有利的。同样, 术语“本发明的实施例”并不要求本发明的所有实施例均包括所论述的特征、优点或操作模式。

[0021] 图 1 是描绘示范性收发器 100 的框图, 所述收发器 100 使用与本发明的各种实施例相符的阻抗匹配装置。所述收发器可包括天线 105、阻抗匹配网络 110、发射器 115 和 / 或接收器 120。应用装置 125 可与收发器 100 介接以提供和 / 或获取信号。当收发器 100 以发射模式操作时, 由应用装置 125 提供的信号可最初由发射器 115 调制和 / 或放大。在调制和 / 或放大之后, 信号可通过阻抗匹配网络 110, 且接着作为电磁波由天线 105 辐射到大气中。在接收操作模式期间, 在大气中辐射的信号可撞击天线以产生所接收的信号。所述所接收的信号可通过阻抗匹配网络 110, 且接着继续行进到接收器 120, 在所述接收器 120 处, 可放大和 / 或解调制所述所接收的信号。在放大和 / 或解调制之后, 可接着将信号提供到应用装置 125 以用于各种用途。

[0022] 阻抗匹配网络 110 可用以改进发射器 115/ 接收器 120 与天线 105 之间的功率转

移,且还可缓和在这些子系统之间出现的信号反射以改进信号的振幅和 / 或相位特性。阻抗匹配网络 110 可含有一个或一个以上阻抗匹配电路。在一些实施例中,发射器 115 和接收器可共享阻抗匹配网络 110 中的同一电路。在其它应用中,可存在特定针对发射器 115 和针对接收器 120 的单独的阻抗匹配电路。匹配网络可具有特定频域特性,可通过调谐所述匹配网络中的电路元件来更改所述频域特性以改进阻抗匹配网络 110 的性能。将在下文在图 2 的描述中呈现关于此调谐的细节。

[0023] 收发器 100 可用于任何 RF 应用(包括 **Bluetooth®** 收发器,例如高通公司(Qualcomm)的 BTS4000 系列)中。此类收发器可用于(例如)蜂窝式电话的免提套件中。其它应用可包括在 GHz 频率范围(例如,2.4GHz)中操作的 IEEE 802.11x(Wi-Fi)网络。收发器 100 还可针对发射器或接收器利用单独的天线。在一些应用中,收发器可仅包括发射器或接收器。

[0024] 应用装置 125 可为任何类型的模拟和 / 或数字装置,且进一步可为信息处理、联网和 / 或任何其它类型的通信装置。此类装置可包括(但不限于)计算机、蜂窝式手持机、个人数字助理、便携式音乐装置、头戴耳机和 / 或其它音频装置等。

[0025] 图 1 仅说明阻抗匹配网络 110 的一项示范性用途。应了解,阻抗匹配网络 110 可用于广泛种类的其它电子应用,且并不限于仅用于收发器、发射器和 / 或接收器中。并且,如图 1 中所示,阻抗匹配网络可未被耦合到天线 105,而是可为提供 RF 信号的缆线、波导等。

[0026] 图 2 是示范性阻抗匹配电路 200 的示意图,所述阻抗匹配电路 200 可包括于阻抗匹配网络 110 中。阻抗匹配电路 200 可具有阻抗 205,其放置于阻抗匹配电路 200 的输入与输出端口之间的信号路径中。在图 2 中所示的实施例中,电感器 210 可在阻抗匹配电路 200 的输出侧耦合到阻抗 205(如下文所示,其它实施例可考虑不同配置)。与电感器 210 串联的可调整为可调整电容电路 215。可调整电容电路 215 的另一节点又可耦合到接地。

[0027] 因为可调整电容电路 215 与电感器 210 串联,所以可将其组合阻抗视为有效电感 L_{eff} ,可将所述有效电感 L_{eff} 表达为:

$$[0028] \quad L_{eff} = L - \frac{1}{\omega^2 C_{eff}},$$

[0029] 其中

[0030] L_{eff} :电感器 L 210 的有效电感;

[0031] L:电感器 L 210 的实际电感;

[0032] ω :信号的角频率;以及

[0033] C_{eff} :可调整电容网络 215 的有效电容。

[0034] 如可从以上等式看出,有效电容 C_{eff} 部分地消除电感器 210 的电感。因此,通过改变可调整电容电路 215 的有效电容 C_{eff} ,可改变有效电感 L_{eff} ,借此允许调谐电感器 210 以用于改进阻抗匹配电路 200 的性能。此外,更改 L_{eff} 可产生阻抗匹配电路 200 的谐振频率的精确受控改变。应注意,阻抗匹配电路 200 可不将可调整阻抗 205 用于调谐,因为所述可调整阻抗 205 位于直接信号路径中。在直接信号路径中具有可调谐元件可不利地影响电路的噪声指数。

[0035] 阻抗 205 可为任何类型的已知电路元件(例如,电容器、电感器和 / 或电阻器)。此外,阻抗 205 可为呈任何已知配置的多个此类电路元件。另外,阻抗 205 并不限于被动式

元件,且可包括可用以实现各种形式的阻抗值的主动式元件(例如,晶体管、结合其它被动式电路元件的放大器的配置)。电感器 210 可为任何类型的被动式电感器,或可为经配置以模拟电感器的主动式元件与被动式元件的组合(例如,回转器)。

[0036] 可调整电容电路 215 可为任何类型的可调整电容器装置。此外,如将在下文中描述,可利用多个电容器(每一电容器由开关控制)来实施可调整电容器电路,以产生所需电容值。所述开关可为例如晶体管(例如,任何类型的金属氧化物半导体,例如 n 型(NMOS)和/或 p 型(PMOS))的主动式元件,所述主动式元件可由控制器(例如,微处理器)基于软件命令来操作。此布置将允许在制造之后不久和此后的任何时间调谐可调整电容电路,这可用于补偿分量的长期漂移。或者,可将开关实现为具有仅可一次设定且此后不可更改的状态的装置(例如,可耦合或去耦(熔断)以设定开关配置的熔丝型布置)。具有仅可一次设定的开关使得装置仅校准一次可归因于简单性而较具成本效益,但可能因此后不可进行调整而缺乏长期灵活性。

[0037] 可在集成电路的裸片上制造阻抗匹配件 200,且可使用 IC 制造技术来实现其中的电路元件。举例来说,可通过光刻或其它类型的蚀刻/植入技术来制造电容器、电感器、电阻器和开关(例如,晶体管)。光刻可包括用以在晶圆上产生图案的操作,所述操作界定特定层(例如,硅层和金属层(例如,多达 10 个))上的装置。植入可包括用以界定硅层上的主动式装置(例如,晶体管)的操作。蚀刻包括可用于移除光掩模或者硅或金属材料 and 用以雕刻装置与互连的的操作。沉积包括可用于沉积金属以形成互连(例如,单个层上的线或用于层之间的连接的通道)的操作。使用各种 IC 制造技术,可由包括金属线的材料制造电感器。

[0038] 图 3A 到图 3C 是用于实现可调整电容电路 215 的示范性电路的示意图。图 3A 展示具有多个电容器 $C_1, C_2, \dots, C_N$ 的可调整电容电路 300A,可使用开关 $S_1, S_2, \dots, S_N$ 以并联布置来配置所述多个电容器 $C_1, C_2, \dots, C_N$ 。每一电容器 C_x 具有对应开关 S_x (串联连接)以形成开关电容器。所述多个电容器 $C_1, C_2, \dots, C_N$ 和开关 $S_1, S_2, \dots, S_N$ 形成开关电容器阵列。所述开关 $S_1, S_2, \dots, S_N$ 中的每一者可由控制器 310 控制以便产生特定有效电容值 C_{eff} 。在此布置中,可由以下等式表达 C_{eff} :

$$[0039] \quad C_{eff} = \sum_{i=1}^N s_i C_i,$$

[0040] 其中:如果开关 s_i 为接通的,那么 $s_i = 1$,且如果开关 s_i 为切断的,那么 $s_i = 0$ 。

[0041] 图 3B 展示可调整电容器电路 215 的另一示范性实现,所述可调整电容器电路 215 具有多个电容器 $C_1, C_2, \dots, C_N$,可使用开关 $S_1, S_2, \dots, S_N$ 以串联布置来配置所述多个电容器 $C_1, C_2, \dots, C_N$ 。每一开关与一个或一个以上电容器并联布置。串联连接的电容器的数目取决于开关 $S_1, S_2, \dots, S_N$ 的配置。所述开关 $S_1, S_2, \dots, S_N$ 中的每一者可由控制器 315 控制以便产生特定有效电容值 C_{eff} 。在此布置中,可由以下等式表达 C_{eff} :

[0042]

$$C_{eff} = \begin{cases} C_1 & \text{如果 } J=1 \\ \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \sum_{i=2}^J \frac{1}{C_i}} & \text{如果 } 1 < J \leq N, \end{cases}$$

[0043] 其中：

[0044] J 可等于开关号,所述开关号为 1 到 N 中的闭合的第一者。

[0045] 图 3C 展示可调整电容器电路 215 的另一示范性实现,所述可调整电容器电路 215 具有多个电容器 C_1 、 C_2 、...、 C_N ,可使用开关 S_1 、 S_2 、...、 S_N 以串联布置来配置所述多个电容器 C_1 、 C_2 、...、 C_N 。此处,每一开关与一个电容器并联配置。串联连接的电容器的数目取决于开关 S_1 、 S_2 、...、 S_N 的配置。所述开关 S_1 、 S_2 、...、 S_N 中的每一者可由控制器 320 控制以便产生特定有效电容值 C_{eff} 。在此布置中,可由以下等式表达 C_{eff} ：

$$C_{eff} = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1-s_i}{C_i}},$$

[0047] 其中:如果开关 s_i 为接通的,那么 $s_i = 1$,且如果开关 s_i 为切断的,那么 $s_i = 0$ 。

[0048] 在任何配置中,可调整电容电路 215 均可经制造以使得电容器 C_1 、 C_2 、...、 C_N 具有可在改变 L_{eff} 时产生均一步长的值。此情形可产生具有不同值的电容器,从而产生具有非均一步长的电容器组和 / 或梯。

[0049] 图 4A、图 4B 和图 4C 是阻抗匹配电路的各种实施例的示意图。图 4A 展示示范性阻抗匹配电路 400A,其为二阶、高通电路。阻抗匹配电路 400A 包括电容器 405,其放置于输入与输出端口之间的信号路径中。所述电容器 405 可依据输入与输出端口的阻抗值而位于电感器的左侧或右侧(如图所示)。在此实施例中,电感器 410 可在阻抗匹配电路 400A 的输入侧耦合到电容器 405。与电感器 410 串联的可为可调整电容电路 415。可调整电容电路 415 的另一节点又可耦合到接地。在阻抗匹配电路 400A 中,可由可调整电容电路 415 调谐电感器 410 以便调整阻抗匹配电路 400A。因为电容器 405 位于信号路径中,所以调谐不在信号路径中的电感器 410 以便使电路的噪声指数最小化可能较好。

[0050] 图 4B 展示示范性阻抗匹配电路 400B,其为三阶 PI 匹配电路。阻抗匹配电路 400B 包括电容器 420,其放置于输入与输出端口之间的信号路径中。此处,第一电感器 425 可在阻抗匹配电路的输入侧耦合到电容器 420,且第二电感器 435 可在电路 400B 的输出侧耦合到电容器 420。与第一电感器 425 串联的可为第一可调整电容电路 430,且与第二电感器 435 串联的可为第二可调整电容电路 440。每一可调整电容电路 430 和 440 的另一节点可连接到接地。在此实施例中,阻抗匹配电路 400B 可独立地或以合作的方式调谐第一电感器 425 和第二电感器 435 以实现最佳阻抗匹配。

[0051] 图 4C 展示示范性阻抗匹配电路 400C,其为三阶 T 匹配电路。阻抗匹配电路 400C 包括第一电容器 445 和第二电容器 455,其两者均放置于输入与输出端口之间的信号路径中。在此实施例中,电感器 450 可耦合到接合第一电容器 445 和第二电容器 455 的节点。与电感器 450 串联的可为可调整电容电路 460。可调整电容电路 460 的另一节点可耦合到接地。在阻抗匹配电路 400C 中,可由可调整电容电路 460 调谐电感器 450 以便调整阻抗匹配电路 400C。

[0052] 图 5 是使用集成电路技术制造的示范性电感器和电容器的图,所述示范性电感器和电容器可与本发明的各种实施例相符。可通过以一图案放置金属化条状物而在集成电路的裸片上形成电感器 505,所述图案可倾向于集中磁通量以便产生电感效应(此处,使用螺旋图案来实现电感器 505)。还展示电容器元件 510。可在形成金属层时使用光刻、化学或

等离子蚀刻、沉积或金属化、机械化学抛光等来形成电感器 505。如可从图式了解,电感器 505 使用远大于电容器 510 所使用的裸片表面积的裸片表面积(例如,对于电感器 505 来说为 $300\mu\text{m} \times 300\mu\text{m} = 90000\mu\text{m}^2$ 而对于单个电容器 510 来说为 $4\mu\text{m} \times 10\mu\text{m} = 40\mu\text{m}^2$)。假定电感器可如此远大于电容器,那么就空间来说利用可调整电容器阵列而非电感器阵列较有效。

[0053] 图 6 是描绘用于调谐阻抗匹配电路的示范性过程 600 的流程图。最初,可确认将为用于调谐阻抗匹配电路的适当值的目标电感(框 610)。可通过电路模型化或通过使用基于电路设计者的经验的经验方法来确定目标电感。基于目标电感值和所预期的工艺错误,确定调谐范围。接着,选择电感器与电容器的值以确保涵盖目标电感和调谐范围。接下来,可针对可调整电容网络 215 来确定将会将电感器 210 调谐为目标电感值的有效电容值(C_{eff}) (框 615)。一旦确定了电容值,控制器 310/315 便可决定一个或一个以上开关激活以便获得恰当的有效电容 C_{eff} ,使得电感器 210 被调谐为恰当的有效电感 L_{eff} (框 615)。

[0054] 尽管上述揭示内容展示本发明的说明性实施例,但应注意,可在不脱离如由所附权利要求书界定的本发明的范围的情况下在其中作出各种改变和修改。无需以任何特定次序来执行根据本文中所描述的本发明的实施例的方法项的功能、步骤和/或动作。此外,虽然可以单数形式来描述或主张本发明的元件,但除非明确陈述限制于单数形式,否则涵盖复数形式。

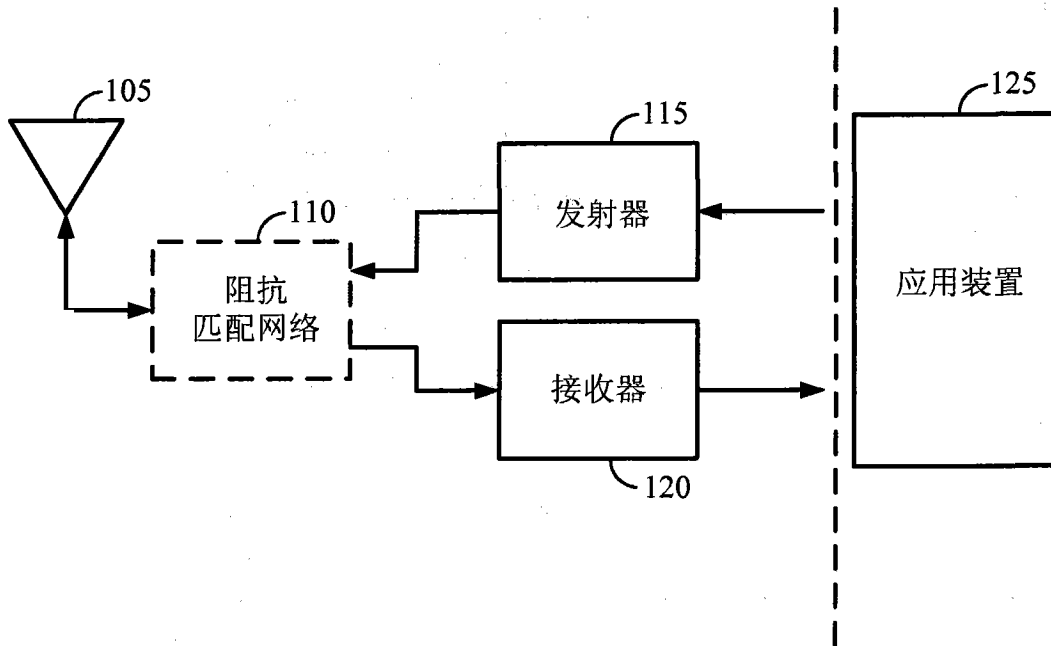
100

图 1

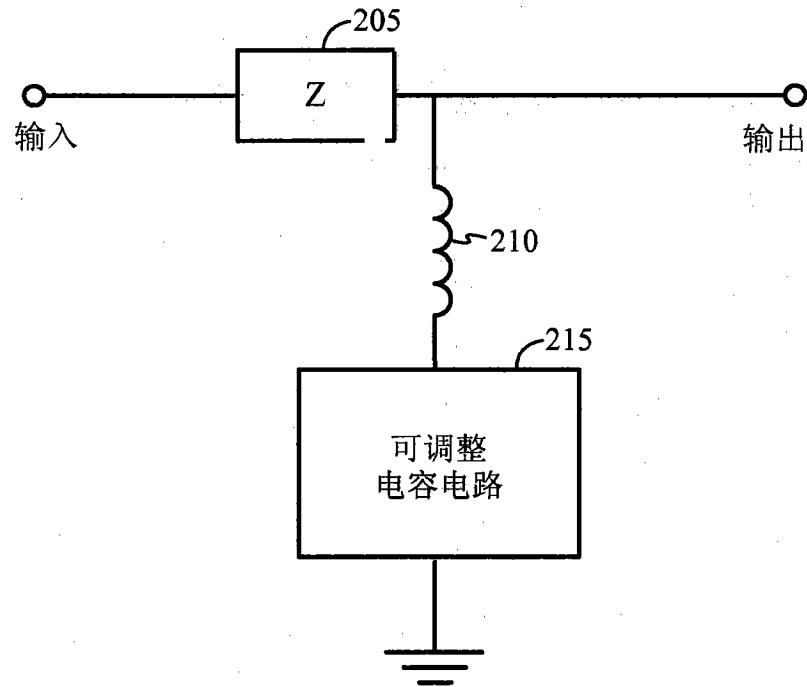
200

图 2

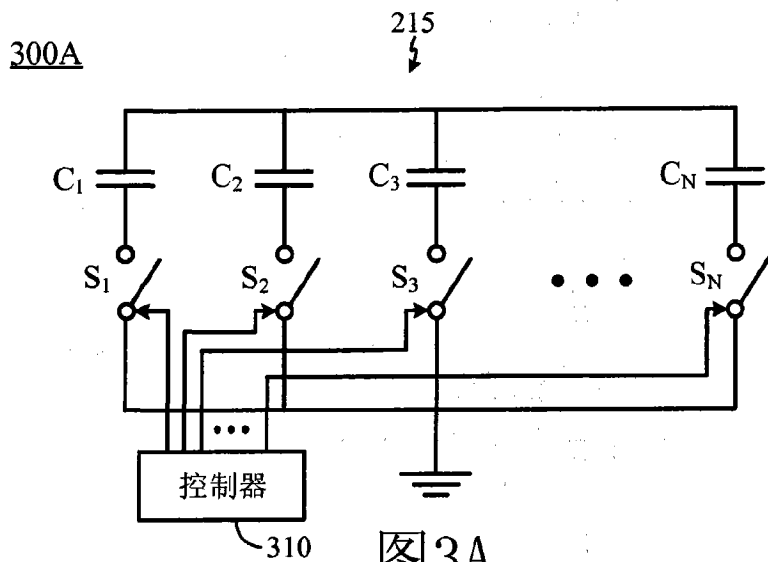


图3A

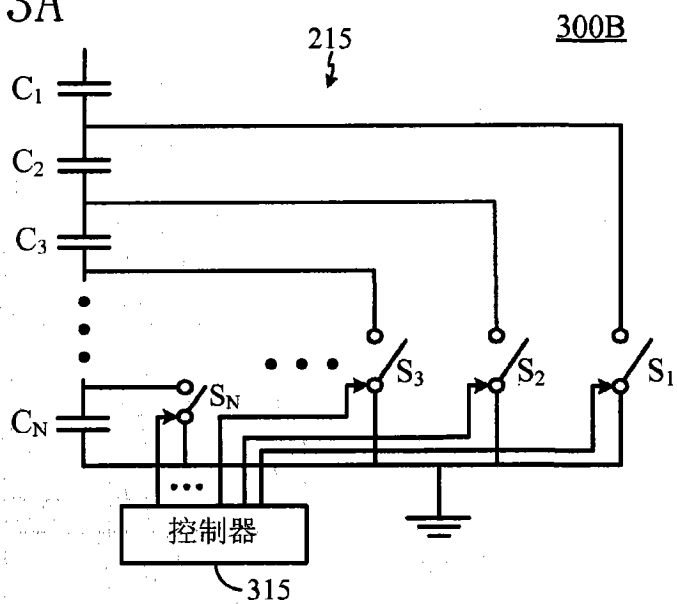


图3B

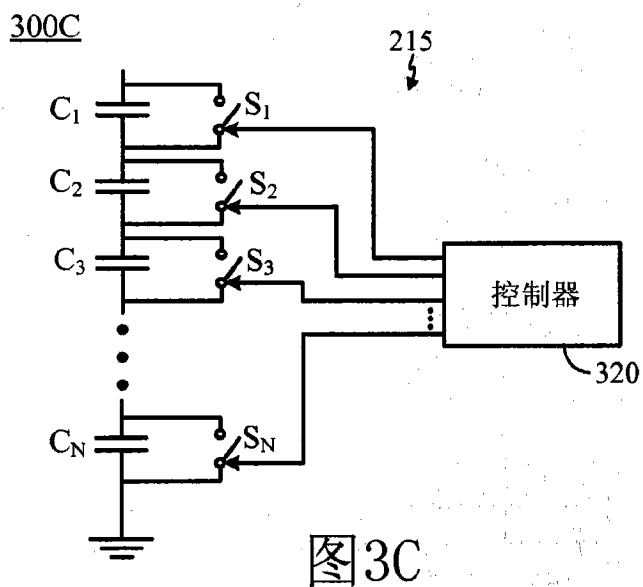


图3C

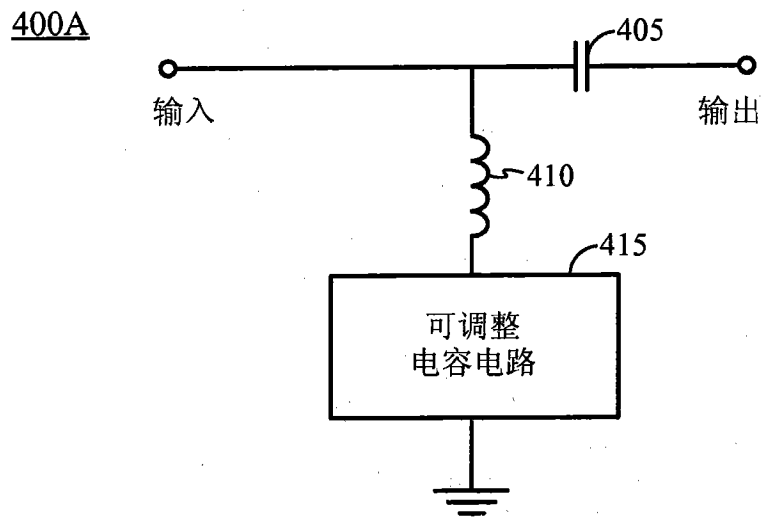


图 4A

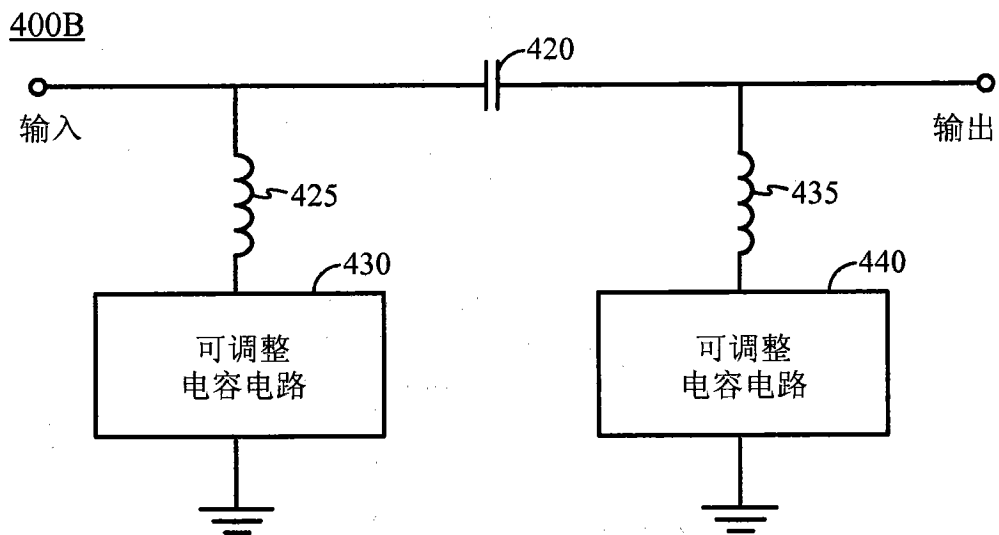


图 4B

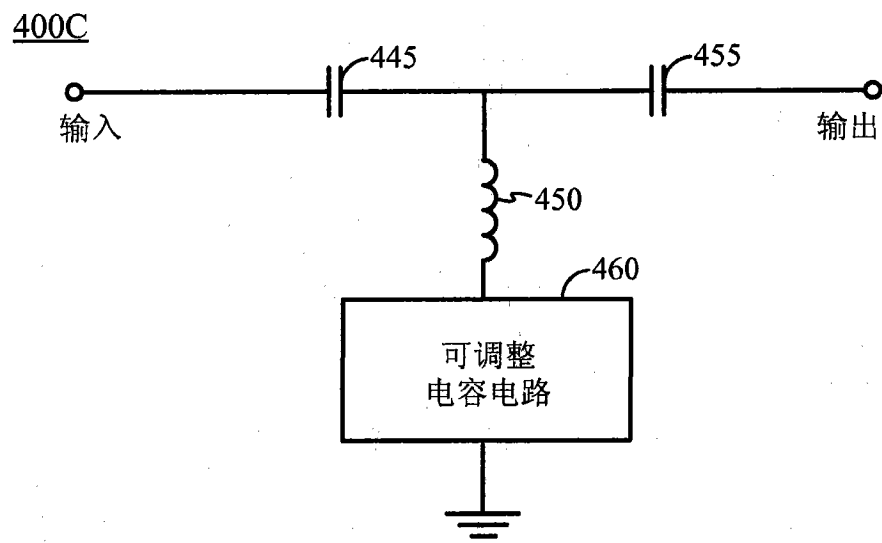


图 4C

500

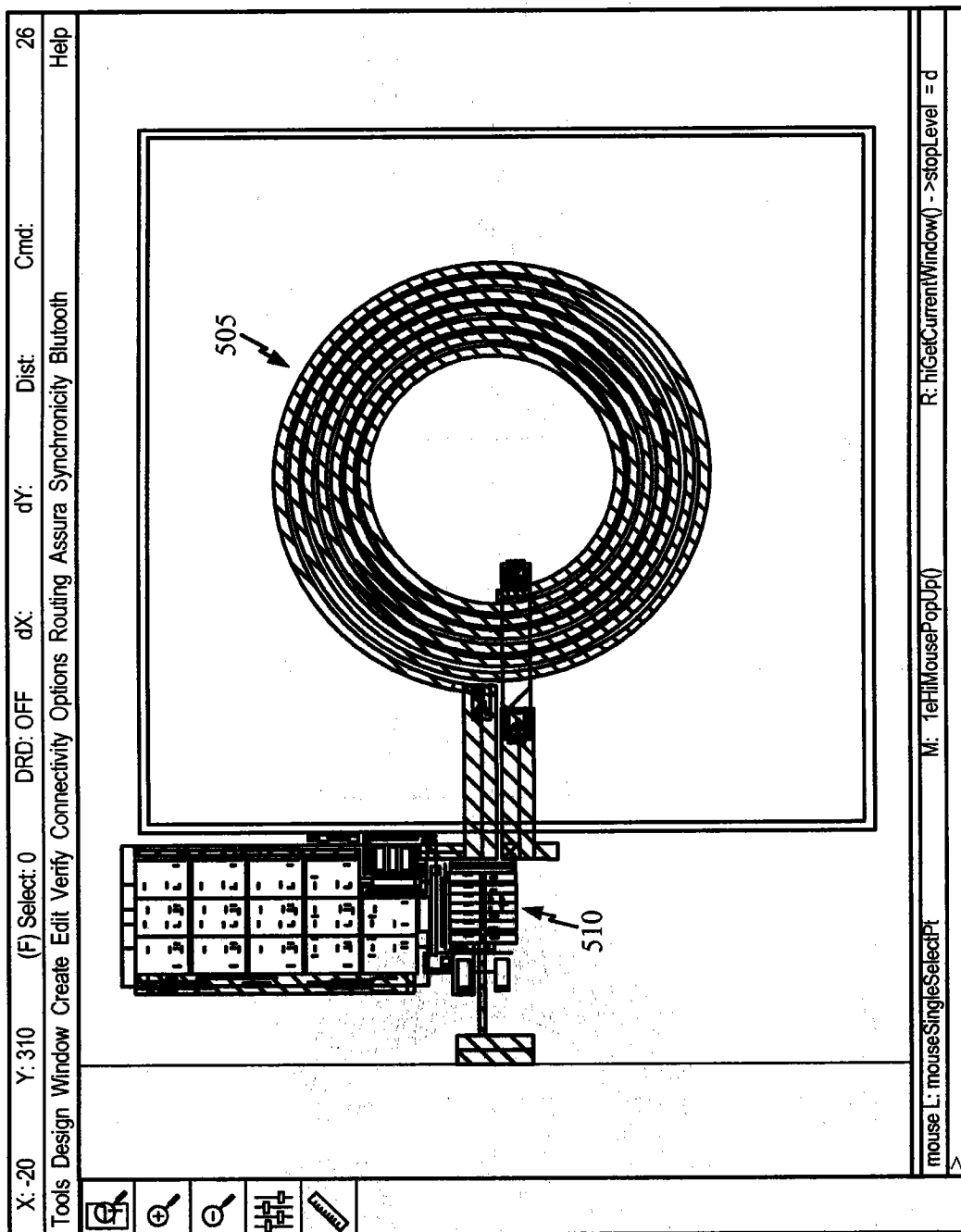


图 5

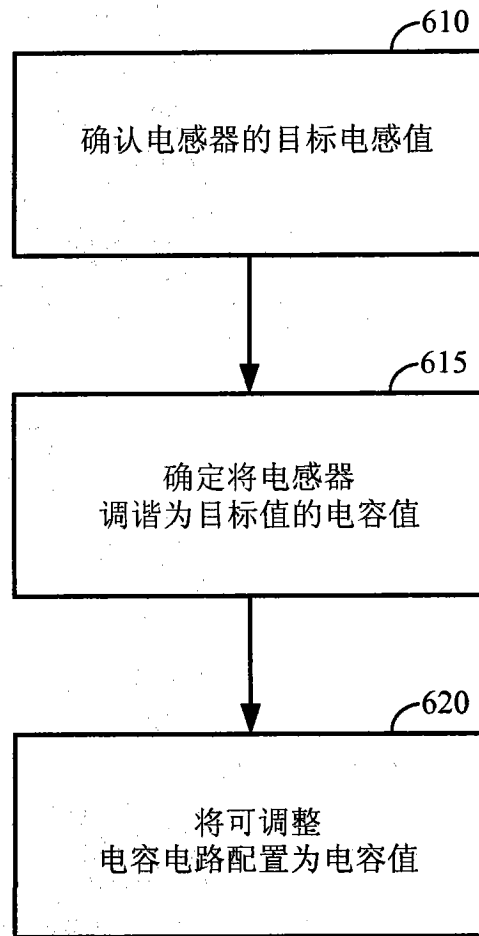
600

图 6