

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01P 1/15 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780023325.X

[43] 公开日 2009年7月1日

[11] 公开号 CN 101473488A

[22] 申请日 2007.4.12

[21] 申请号 200780023325.X

[30] 优先权

[32] 2006.4.28 [33] US [31] 11/413,670

[86] 国际申请 PCT/US2007/009278 2007.4.12

[87] 国际公布 WO2007/127088 英 2007.11.8

[85] 进入国家阶段日期 2008.12.22

[71] 申请人 鲁库斯无线公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 维多·夏顿

[74] 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

代理人 朱胜 高少蔚

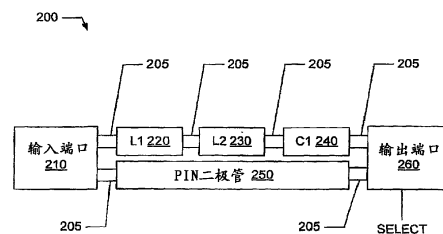
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于多频带射频耦合的 PIN 二极管网络

[57] 摘要

一种 PIN 二极管网络，其包括与电感器 (L1220; L2230) 并联的 PIN 二极管 (250)。在 PIN 二极管的截止状态下，该电感器 (L1220; L2230) 与 PIN 二极管 (250) 基于该 PIN 二极管的寄生电容构成谐振电路。因此，在工作频率，与单独的 PIN 二极管相比改善了针对 PIN 二极管的隔离。



1. 一种 PIN 二极管网络, 包括

输入端口;

输出端口;

PIN 二极管, 被配置成通过向所述 PIN 二极管施加正向偏压而将所述输入端口选择性地耦合到所述输出端口, 所述 PIN 二极管在所述正向偏压被去除时的截止状态下具有寄生电容;

与所述 PIN 二极管并联的第一电感器, 所述第一电感器被配置成当所述 PIN 二极管处于截止状态时在所述 PIN 二极管网络的第一工作频率下与所述 PIN 二极管的寄生电容一起进行自谐振; 以及

与所述 PIN 二极管并联的第二电感器, 所述第二电感器被配置成当所述 PIN 二极管处于截止状态时在所述 PIN 二极管网络的第二工作频率下与所述 PIN 二极管的寄生电容一起进行自谐振。

2. 根据权利要求 1 所述的 PIN 二极管网络, 其中与所述输入端口和所述输出端口之间的单独的 PIN 二极管的隔离相比, 所述 PIN 二极管网络在所述第一工作频率下具有所述输入端口与所述输出端口之间的改善的隔离。

3. 根据权利要求 1 所述的 PIN 二极管网络, 其中所述第一工作频率处于约 2.4 至 2.4835 GHz 的范围之内。

4. 根据权利要求 1 所述的 PIN 二极管网络, 其中所述第二工作频率处于约 4.9 至 5.835 GHz 的范围之内。

5. 根据权利要求 1 所述的 PIN 二极管网络, 其中所述 PIN 二极管网络的第一工作频率是基于以下等式来确定的:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_L + C_{STRAY})}},$$

其中 L 是电感器的值, C_L 是所述电感器的寄生电容, C_{STRAY} 是所述 PIN 二极管的寄生电容。

6. 根据权利要求 1 所述的 PIN 二极管网络, 其中所述第一电感器与所述第二电感器相串联。

7. 根据权利要求 1 所述的 PIN 二极管网络, 其中与所述 PIN 二极管

相并联的所述第一电感器被配置成在所述第一工作频率下构成等效谐振电路。

8. 根据权利要求1所述的PIN二极管网络，其中与所述PIN二极管相并联的所述第一电感器被配置成在所述第一工作频率下构成带阻滤波器。

9. 一种方法，包括：

将第一频率和第二频率接收到输入端口中，所述输入端口通过PIN二极管选择性地耦合到输出端口；

如果所述PIN二极管被正向偏置，则将所述第一频率和所述第二频率耦合到所述输出端口；

否则，通过第一电感器与所述PIN二极管的寄生电容的自谐振来阻隔所述第一频率，并通过第二电感器与所述PIN二极管的寄生电容的自谐振来阻隔所述第二频率。

10. 根据权利要求9所述的方法，其中所述第一电感器与所述PIN二极管相并联。

11. 根据权利要求9所述的方法，其中所述第一电感器与所述第二电感器相串联，所述第一电感器和所述第二电感器与所述PIN二极管相并联。

12. 根据权利要求9所述的方法，其中所述第一频率是基于以下等式来确定的：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_L + C_{STRAY})}},$$

其中L是所述第一电感器的电感值， C_L 是所述第一电感器的寄生电容， C_{STRAY} 是所述PIN二极管的寄生电容。

13. 根据权利要求9所述的方法，其中通过自谐振阻隔所述第一频率包括由所述第一电感器和所述PIN二极管构成等效谐振电路。

14. 一种用于多频带射频耦合的系统，包括：

用于接收第一频率和第二频率的输入端口；

输出端口；以及

用于选择性地将第一频率和第二频率与所述输出端口相隔离的装置。

15. 根据权利要求 14 所述的用于多频带射频耦合的系统，其中所述用于选择性地隔离的装置包括与用于隔离所述第二频率的第二装置相串联的、用于隔离所述第一频率的第一装置。

16. 根据权利要求 14 所述的用于多频带射频耦合的系统，其中用于隔离所述第一频率的所述第一装置包括与 PIN 二极管相并联的电感器，所述电感器和所述 PIN 二极管被配置成当所述 PIN 二极管处于截止状态时在所述第一频率下进行谐振。

17. 根据权利要求 14 所述的用于多频带射频耦合的系统，其中用于隔离所述第一频率的所述第一装置包括第一电感器，用于隔离第二频率的所述第二装置包括第二电感器，所述第一电感器和第二电感器相串联，所述第一电感器和第二电感器与所述 PIN 二极管相并联，所述第一电感器和所述 PIN 二极管被配置成当所述 PIN 二极管处于截止状态时在所述第一频率下进行谐振，所述第二电感器和所述 PIN 二极管被配置成当所述 PIN 二极管处于截止状态时在所述第二频率下进行谐振。

18. 根据权利要求 14 所述的用于多频带射频耦合的系统，其中所述用于选择性地隔离所述第一频率和所述第二频率的装置包括在所述输入端口与所述输出端口之间的 PIN 二极管，此外其中所述用于选择性地隔离的装置的隔离大于所述输入端口与所述输出端口之间的单独的 PIN 二极管的隔离。

用于多频带射频耦合的 PIN 二极管网络

技术领域

本发明总体上涉及射频 (RF) 网络, 更具体地, 涉及用于多频带 RF 耦合的 PIN 二极管网络。

背景技术

PIN 二极管通常用于 RF 开关。PIN 二极管是具有被本征区所分离的重掺杂的 p 型区和 n 型区的半导体器件。当被正向偏置或“导通”时, PIN 二极管表现为可变电阻器。当 PIN 二极管被零偏置或反向偏置 (截止) 时, 该 PIN 二极管表现为具有基本上独立于偏置电压的“寄生”电容的平行板电容器。

PIN 二极管在各种波形因子和性能属性下是可用的。通常, 驱动 PIN 二极管的成本的一个性能属性是寄生电容。在给定的工作频率下, 具有相对较低的寄生电容的 PIN 二极管典型地比具有较高寄生电容的 PIN 二极管更为昂贵。

在 RF 开关应用中对 PIN 二极管的限制是由于 PIN 二极管在零偏压或反向偏压下的寄生电容而导致的隔离降低。

发明内容

一种 PIN 二极管网络, 其包括输入端口、输出端口、PIN 二极管、第一电感器以及第二电感器。所述 PIN 二极管被配置成通过向该 PIN 二极管施加正向偏压而将输入端口选择性地耦合到输出端口。PIN 二极管在所述正向偏压被去除时的截止状态下具有寄生电容。所述第一电感器与 PIN 二极管相并联, 并被配置成当所述 PIN 二极管处于截止状态时在 PIN 二极管网络的第一工作频率下与 PIN 二极管的寄生电容一起进行自谐振。所述第二电感器与 PIN 二极管相并联, 并被配置成当所述 PIN 二极管处于截止状态时在 PIN 二极管网络的第二工作频率下与 PIN 二极管的寄生电容一起进行自谐振。

与输入端口和输出端口之间的单独的 PIN 二极管的隔离相比,所述 PIN 二极管网络在所述第一工作频率下可以具有输入端口与输出端口之间的改善的隔离。与所述 PIN 二极管相并联的第一电感器可以被配置成在所述第一工作频率下构成等效谐振电路。

一方面,一种方法包括将第一频率和第二频率接收到输入端口中,所述输入端口经由 PIN 二极管而选择性地耦合到输出端口。如果所述 PIN 二极管被正向偏置,则所述方法包括将第一频率和第二频率耦合到输出端口,在另外的情况下,所述方法包括通过第一电感器与所述 PIN 二极管的寄生电容的自谐振来阻隔(block)所述第一频率,并通过第二电感器与所述 PIN 二极管的寄生电容的自谐振来阻隔所述第二频率。通过自谐振阻隔所述第一频率可以包括由第一电感器和 PIN 二极管构成等效谐振电路。

附图说明

现在将参照表示本发明的优选实施例的图示来描述本发明。在所述图示中,相似的元件具有相同的附图标记。所示出的实施例旨在举例说明而非限定本发明。所述图示包括以下图示:

图 1A 示出了根据本发明的一个实施例中的、用于改善 PIN 二极管的隔离的简化电路结构;

图 1B 示出了根据本发明的一个实施例中的、当所述 PIN 二极管截止(被零偏置或反向偏置)时图 1A 的简化电路结构的等效电路;

图 2 示出了根据本发明的一个实施例中的、用于多频带耦合网络的印制电路板(PCB)上的部分布局;以及

图 3 示出了根据本发明的一个实施例中的、图 2 的多频带耦合网络的工作方法。

具体实施方式

图 1A 示出了根据本发明的一个实施例中的、用于改善 PIN 二极管 100 的隔离的简化电路结构。通常,电感器 L 110 被放置成与 PIN 二极管 100 相并联,并被选择以使得电感器 L 110 增加 PIN 二极管 100 的寄生电容,如在此进一步描述的。图 1B 示出了根据本发明的一个实施例中的、

当所述 PIN 二极管 100 截止（即，被零偏置或反向偏置）时图 1A 的简化电路结构的等效电路。电感器 L 110 具有等效的寄生电容 C_L 。PIN 二极管 100 在其截止时具有寄生电容 C_{STRAY} 。

与电容器 C_L 和 C_{STRAY} 相并联的电感器 L 110 构成了谐振电路。选择并联电感器 L 110 的寄生电容 C_L ，以使其与 PIN 二极管 100 的寄生电容 C_{STRAY} 相并联时，所述等效谐振电路的自谐振频率（SRF）处于 PIN 二极管 100 的期望工作频率处。针对包括并联电感器 L 110 和 PIN 二极管 100 的理想谐振电路的 SRF 可以计算为：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L(C_L + C_{STRAY})}}$$

在所述 SRF 下，所述等效谐振电路的阻抗基本上是无穷大的。因此，在所述 SRF 下，电感器 L 110 的电感和寄生电容抵消了在另外的情况下将降低 PIN 二极管 100 的隔离的、PIN 二极管 100 的寄生电容。通过使电感器 L 110 与 PIN 二极管 100 相并联所得到的等效谐振电路的自谐振实质上使 PIN 二极管 100 以更理想的方式工作。

例如，在一个实施例中，PIN 二极管 100 在约 2.4 至 2.4835GHz 的频率范围下工作。PIN 二极管 100 在处于截止状态时具有约 0.17pF 的寄生电容。在电感器 L 110 的电感值为 25nH 的情况下，所述等效电路的 SRF 约为 2.44GHz。因此，在 2.44GHz 下且所述 PIN 二极管 100 被偏置截止时，所述等效谐振电路的阻抗基本上是无穷大的，从而利用所述 PIN 二极管 100 产生了改善的隔离。

图 2 示出了根据本发明的一个实施例中的、用于多频带耦合网络 200 的印制电路板（PCB）上的部分布局。多频带耦合网络 200 包括：与第二电感器 L2 230 和（比如 10 μ F 的）隔直电容器 240 相串联的第一电感器 L1 220，其焊接到在输入端口 210 与输出端口 260 之间的对应的焊接垫 205。与电感器 L1 220、L2 230 和电容器 240 相并联的 PIN 二极管 250 被焊接到对应的焊接垫 205。向输出端口 260 施加的 SELECT 信号（例如，DC 偏置电压）用于接通/关断 PIN 二极管 250。

如同上文参照图 1 所描述的，选择电感器 L1 220，以使与 PIN 二极管 250 的寄生电容相并联的电感器 L1 220 及其寄生电容产生用于“低频带” RF 的 SRF，例如在约 2.4 至 2.4835GHz 的范围之内。选择电感器 L2 230，以使与 PIN 二极管 250 的寄生电容相并联的电感器 L2 230 及其寄生电容产生用于“高频带” RF 的 SRF，例如在约 4.9 至 5.835GHz 的范围

内。隔直电容器 240 具有这样大的值：该值对用于低频带的 SRF 和用于高频带的 SRF 的影响可以忽略。

当所述 SELECT 信号相对于输入端口 210 偏低时，PIN 二极管 250 被正向偏置或接通，并且输入端口 210 被耦合到输出端口 260。实质上，PIN 二极管 250 跨越电感器 L1 220、L2 230 和电容器 240 而短路，以使这些与 PIN 二极管 250 相并联的元件的影响可以忽略。

但是，在 SELECT 信号浮动或偏高的情况下，PIN 二极管 250 被零偏置或反向偏置（截止）。对于在输入端口 210 处的低频带 RF，与 PIN 二极管 250 的寄生电容相并联的电感器 L1 220 构成了在所述低频带处调谐的“带阻滤波器”或陷波滤波器。因此，通过高阻抗将输入端口 210 处的低频带 RF 与输出端口 260 相隔离。类似地，对于在输入端口 210 处的高频带 RF，与 PIN 二极管 250 的寄生电容相并联的电感器 L2 230 构成了在所述高频带处调谐的带阻滤波器或陷波滤波器，通过高阻抗将输入端口 210 处的高频带 RF 与输出端口 260 相隔离。

图 3 示出了根据本发明的一个实施例中的、图 2 的多频带耦合网络 200 的工作方法 300。在步骤 305 处，输入端口 210 接收低频带 RF 和/或高频带 RF。在步骤 320 处，如果 PIN 二极管 250 在步骤 310 处导通，则 PIN 二极管 250 跨越电感器 L1 220、L2 230 和电容器 240 而短路，并将输入端口 210 耦合到输出端口 260。替代性地，如果 PIN 二极管 250 在步骤 310 处截止，则在步骤 330 处，电感器 L1 220 与 PIN 二极管 250 的寄生电容进行自谐振，以构成阻止低频带 RF 传播到输出端口 260 的带阻滤波器。此外，对于高频带 RF，在步骤 340 处，电感器 L2 230 与 PIN 二极管 250 的寄生电容进行自谐振，以构成阻止高频带 RF 传播到输出端口 260 的带阻滤波器。

因此，图 2 的多频带耦合网络 200 的优点在于，由于用与 PIN 二极管 250 的寄生电容相并联的电感器 L1 220 和 L2 230 构成了等效谐振电路（带阻滤波器或陷波滤波器），因此改善了针对低频带和低频带的、输入端口 210 与输出端口 260 之间的隔离。这产生了针对给定 PIN 二极管 250 的更高的隔离。换言之，具有相对高的寄生电容和固有的差的隔离的相对便宜的 PIN 二极管 250 可以在多频带耦合网络 200 中使用，并且所述等效谐振电路改善了 PIN 二极管 250 在低频带和低频带时的隔离。

多频带耦合网络 200 的另外的优点在于，对于给定的 PIN 二极管 250，多频带耦合网络 200 可以在较高的频率下使用。例如，目前 PIN 二极管

由于其寄生电容而通常不用于 10GHz。替代性地，在这种高频率下需要昂贵的高质量 PIN 二极管。通过考虑在 PIN 二极管的期望工作频率下将 PIN 二极管的寄生电容随并联电感器一起调谐以形成带阻滤波器或陷波滤波器（或者用于多频带的串联带阻滤波器），所述多频带耦合网络 200 允许在比通常可能的频率更高的频率下将 PIN 二极管用在开关网络中。此外，电感器 L1 220、L2 230 和电容器 240 是惊人地便宜的部件，其与较高性能的 PIN 二极管 250 相比要便宜得多。

尽管在图 2 中示出为成一直线，但是电感器 L1 220、L2 230 和电容器 240 不需要径直地成一直线。在一些实施例中，例如在与 PIN 二极管 250 相并联的元件实际上不是 PIN 二极管 250 的大小的约 1/3 时，电感器 L1 220、L2 230 和电容器 240 被按照三角形方位布置，以近似地匹配于 PIN 二极管 250 的实际大小。这种方位避免了在多频带耦合网络 200 的工作频率下产生“残余”（“stub”）。

在此已经根据若干优选实施例描述了本发明。根据对本说明书的考虑、对附图的研究和对本发明的实践，包括在此描述的实施例的替换、修改、置换和等效内容的、本发明的其它实施例对于本领域的技术人员而言是显然的。上述的实施例和优选特征应当被认为是示例性的，并且本发明是由所附的权利要求所限定的，因此本发明包括落入本发明的真实精神和范围之内内的所有这种替换、修改、置换和等效内容。

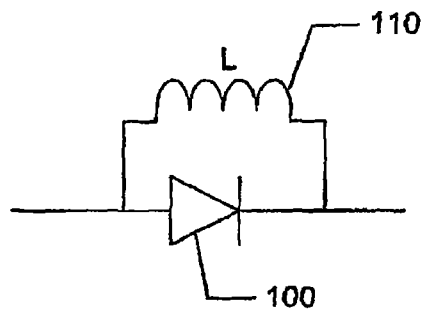


图1A

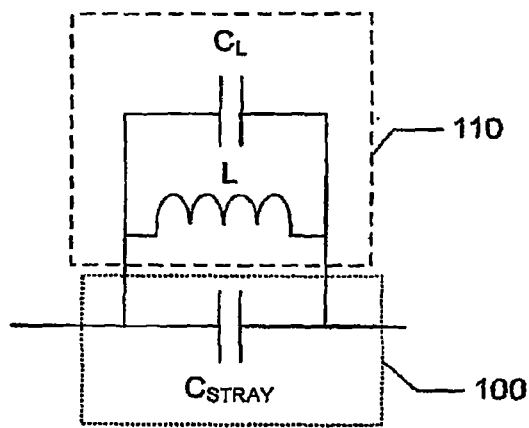


图1B

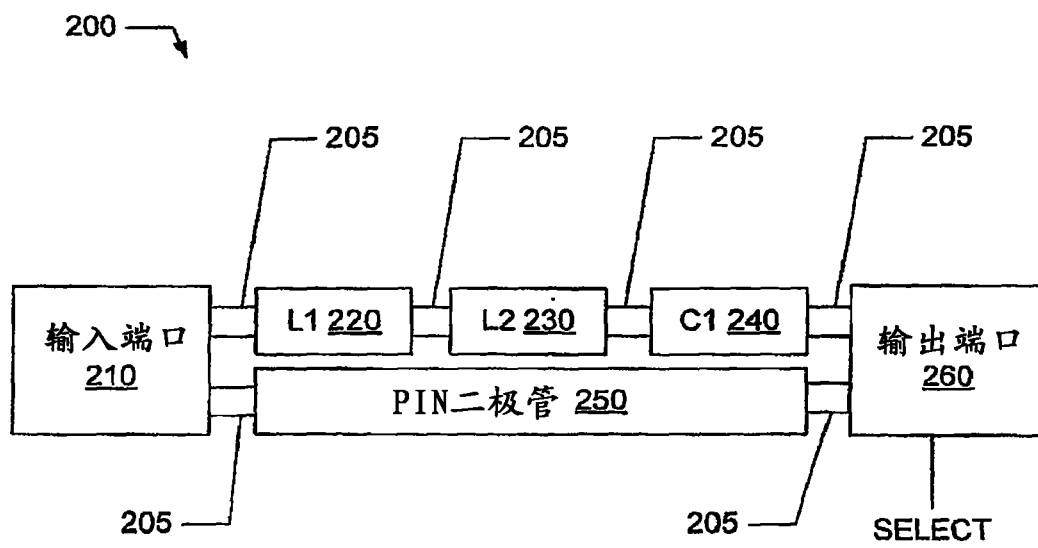


图 2

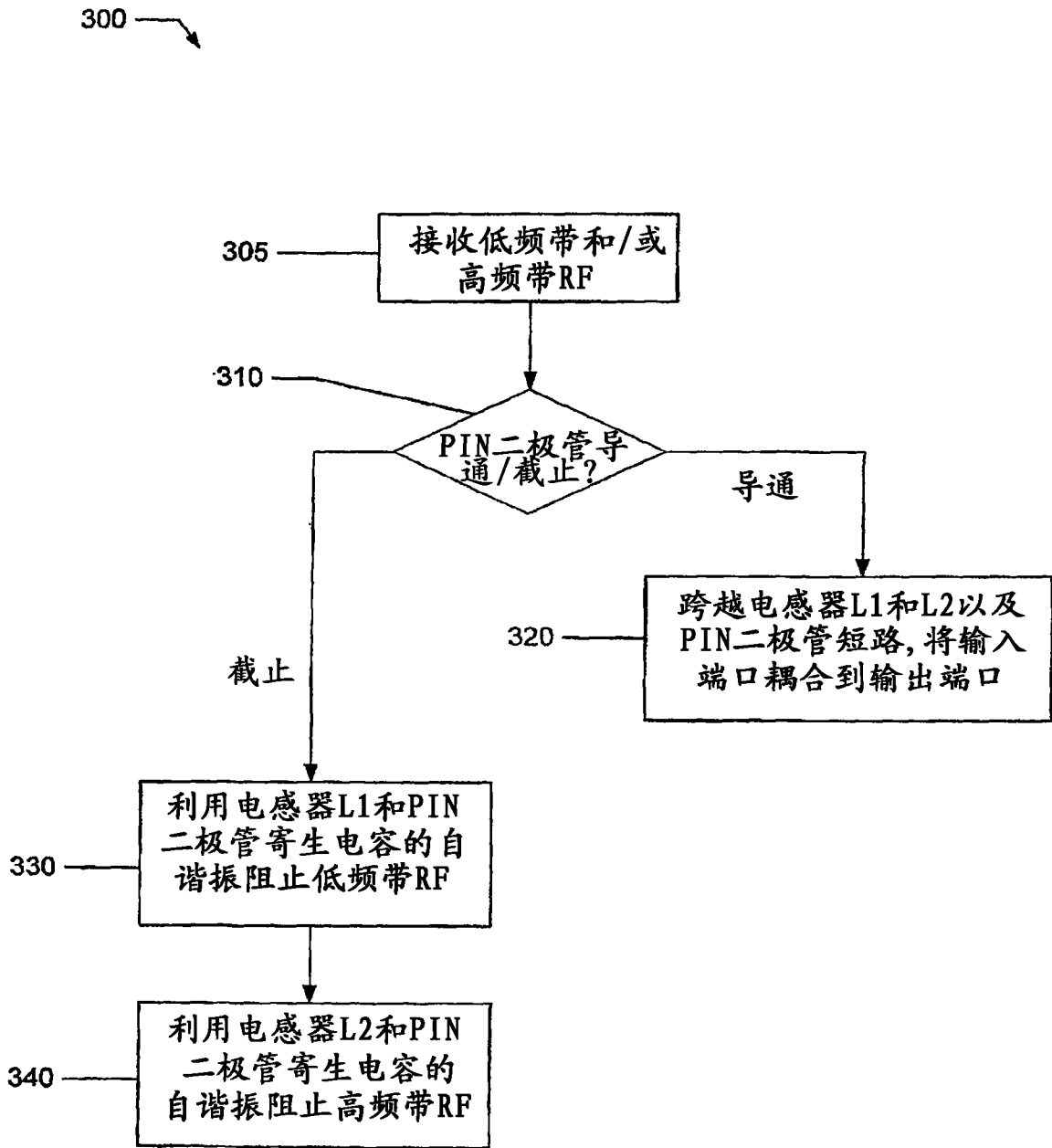


图 3