

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H03K 17/687 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03804503.6

[45] 授权公告日 2006 年 12 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1288842C

[22] 申请日 2003.1.21 [21] 申请号 03804503.6

[30] 优先权

[32] 2002. 2. 25 [33] EP [31] 02075739.9

[86] 国际申请 PCT/IB2003/000172 2003. 1. 21

[87] 国际公布 WO2003/071680 英 2003. 8. 28

[85] 进入国家阶段日期 2004. 8. 24

[73] 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 T·H·尤坦博格亚德

审查员 李晴晖

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 傅 康 梁 永

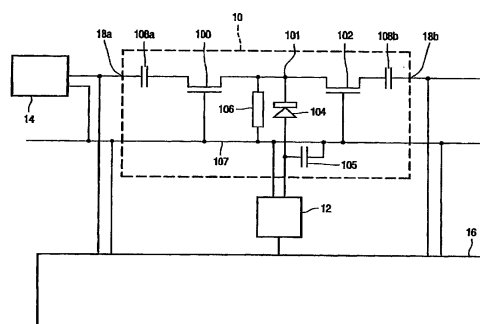
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

[54] 发明名称

高频信号开关

[57] 摘要

一种电子信号处理装置具有信号开关, 该信号开关具有常规导通类型的第一和第二晶体管, 这两个晶体管分别具有在内部节点与开关输入端和输出端之间耦合的主电流沟道。二极管在内部节点和地之间提供可转换的信号耦合。开关控制电路具有控制输出端, 该控制输出端通过内部节点与第一和第二晶体管的主电流沟道耦合, 以便控制主电流沟道的导通。该二极管还与内部节点 DC 耦合, 从而利用该内部节点的电势来确定该二极管的接线端的 DC 电势, 该 DC 电势可以控制二极管的导通和截止。该二极管最好被集成在从控制输出端到内部节点之间的 DC 电流路径中, 这样当施加了可以使主电流沟道非导通的控制电压时, 可以使该二极管正向偏置。



1. 一种具有信号开关的电子信号处理装置，该电路包括：

-开关输入端，开关输出端和内部节点；

5 -常规导通类型的第一和第二晶体管，分别具有在内部节点与开关输入端和输出端之间耦合的主电流沟道；

-信号耦合电路，位于内部节点与开关输入端和输出端的参考接线端之间，该信号耦合电路包括二极管；

10 -具有控制输出端的开关控制电路，它通过内部节点与第一和第二晶体管的主电流沟道 DC 耦合，从而控制该主电流沟道的导通，二极管与内部节点 DC 耦合，从而可以按照与沟道的导通/截止切换相反的方式，利用内部节点的电势来决定该二极管接线端处的 DC 电势，其中该 DC 电势控制二极管的导通/截止切换。

15 2. 如权利要求 1 所述的电子信号处理装置，该二极管为从控制输出端到内部节点的 DC 电流路径中的一部分，因此当从控制输出端经过该二极管在主电流沟道上施加了使主电流沟道不导通的控制电压时，可以将该二极管正向偏置。

3. 一种电子信号开关，该开关包括：

-开关输入端，开关输出端和内部节点；

20 -常规导通类型的第一和第二晶体管，分别具有在内部节点与开关输入端和输出端之间耦合的主电流沟道；

-信号耦合电路，位于内部节点与开关输入端和输出端的参考接线端之间，该信号耦合电路包括二极管；

25 -控制输入端，它通过内部节点与第一和第二晶体管的主电流沟道 DC 耦合从而控制该主电流沟道的导通，二极管与内部节点 DC 耦合，从而可以按照与沟道的导通/截止切换相反的方式，利用内部节点的电势来决定该二极管接线端处的 DC 电势，其中该 DC 电势控制二极管的导通/截止切换。

30 4. 如权利要求 3 所述的电子信号开关，其中该二极管为从控制输入端到内部节点的 DC 电流路径中的一部分，因此当从控制输出端经过该二极管在主电流沟道上施加了使主电流沟道不导通的控制电压时，可以将该二极管正向偏置。

高频信号开关

5 本发明涉及一种例如接收装置这样的高频信号处理装置，以及用于连接这种装置的电路。

10 高频接收装置的典型例子是视频记录机和移动电话。这种装置具有 RF 开关，这些 RF 开关必须操作可靠、设计简单并且节能。例如，当视频记录机关闭时，视频记录机必须可以提供从它的天线输入端到它的电视机输出端的无源 RF 耦合，当视频记录机打开时，它又可以切断这种耦合。

15 例如，PCT 专利申请 W099/55085 公开了一种具有 RF 开关的视频记录机，该 RF 开关具有第一电容、场效应晶体管的主电流沟道以及连接在输入端和输出端之间的第二电容。该场效应管的栅极接地。为了控制该开关，在控制输入端与内部节点之间设置一个电阻，该内部节点位于第一电容和晶体管的主电流沟道之间。根据 RF 开关是导通还是断开，通过改变控制输入端的电压，可以使晶体管的主电流沟道导通或不导通。最好地，使用一个常规导通晶体管（当栅极和源极之间没有电压变化时，它是导通的）。因此，利用非常简单的电路，可以实现不需要电源就能导通 RF 信号的开关。

20 但是，人们发现当开关断开时，这种开关不能提供足够的隔离。日本专利摘要公开 No. 63-93217 中公开了一种可以改进隔离的 T 型电路。开关输入端和开关输出端之间并非仅有单独一个主电流沟道，而是使用了第一和第二晶体管的主电流沟道的串行连接，从而形成“T”型的水平支路。通过第三晶体管的主电流沟道，将两个主电流沟道之间的内部节点接地，从而形成“T”型的引脚。当该开关导通时，第一和第二晶体管的主电流沟道导通，第三晶体管的主电流沟道变为非导通。当该开关断开时，第一和第二晶体管的主电流沟道变为非导通，第三晶体管的主电流沟道变为导通。因此，当开关断开时，可以实现更好的隔离。

25 但是，由于第三晶体管必须以第一和第二晶体管的相反相位进行操作，因此导致比较复杂的控制电路。而且当电源电压断开时，也不能使开关完全断开。

30 本发明的一个主要目的是提供一种具有信号开关的装置，该信号开

关可以利用不太复杂的电路来控制，并且当该开关上没有提供电源时，该开关可以通过信号。

本发明的另一个目的时提供一种具有信号开关的装置，它需要最少数目的元件就可以控制该开关，从而实现良好的开/关传输率。

5 本发明提供了如权利要求 1 所述的装置。通过使用 T 型衰减器结构，可以实现当没有施加电源电压时能够“导通”的开关，该 T 型衰减器结构在该 T 形的引脚中具有一个二极管，在该 T 形的分支中具有“常规导通”的晶体管。另外，该电路可以使用内部节点来施加控制电压，以便转换晶体管和该二极管的断开。不需要提供独立的连接和电容，来使二
10 极管和晶体管的控制电压彼此隔离。

在进一步的实施例中，通过该二极管来向内部节点施加控制电压。在控制电极和晶体管的沟道之间可能产生大的电压差，从而确保晶体管在导通和截止状态下的阻抗之间的高比率。从而，该电路可以抵抗晶体管的阈值参差以及亚阈值漏电流。

15 参照下面附图，将详细说明本发明的装置和开关的这些和其他目的和优点。

图 1 示出具有信号开关的装置。

图 1 示出具有信号开关 10、控制电路 12、天线输入端 14 和处理系统 16 的装置。该信号开关 10 被连接在该装置的天线输入端 14 和输出
20 端 18b 之间。该处理系统 16 与天线输入端 14 和输出端 18b 连接。然后控制电路 12 与信号开关 10 耦合并由处理系统 16 来控制。

信号开关 10 包含第一场效应晶体管 100、第二场效应晶体管 102、二极管 104、去耦电容 105、电阻 106 和一对电容 108a, b。第一和第二晶体管为“常规导通”类型（耗尽型晶体管），即它们具有负的阈值电压，
25 这样当控制电极和主电流沟道之间的电势差为零时，主电流沟道将导通。仅当控制电极的电势大于处于主电流沟道电势以下的一个阈值时，该主电流沟道才变得隔离（实质上没有感应出的流动电荷载流子）。例如，可以使用具有-3.5V 阈值的晶体管（即，相对较大的阈值电压，从而当栅-源极电压为零时，晶体管会稳定地导通并且具有小的沟道电阻。由于二
30 极管 104 并未与晶体管的栅-源极并行连接，只要存在 DC 电压，则这样高的阈值电压是可能的）。该二极管 104 最好为硅“PIN”二极管，当反向偏置时，该二极管会具有小的结电容。（PIN 指掺杂分布，它在该二极

管的阳极和阴极之间具有完全不掺杂的本征区域)

开关 10 的信号输入端 18a 顺序通过第一个电容 108a、第一场效应晶体管 100 的主电流沟道、内部节点 101、第二晶体管 102 的主电流沟道以及第二个电容 108b, 实现与信号输出端 18b (它形成输出端 18b) 的耦合。第一和第二场效应晶体管 100、102 的控制电极与公共导线 107 耦合。在内部节点 101 和该公共导线 107 之间耦合有电阻 106。该控制电路 12 的输出端与公共导线 107 耦合, 并正向经过二极管 104 与内部节点 101 耦合。该控制电路 12 的输出通过去耦合电容 105 与公共导线 107 耦合。

在操作中, 利用天线输入端 14 接收 RF 信号。当处理系统 16 工作中, 它处理该信号并产生输出信号, 该输出信号被施加到输出端 18b。在这种情况下, 处理系统 16 可以控制控制电路 12 从而使信号开关 10 切断该信号。控制电路 12 可以通过在二极管 104 的阳极上施加例如相对于公共导线 107 为 5V 的正电压, 使二极管 104 正向偏置, 从而实现该目的。这导致在内部节点 101 上施加了相对于公共导线 107 的正电压。该正电压等于二极管阳极上的电压减去该二极管 104 上的电压降, 该电压降在硅二极管的情况下该电压降通常为 0.7V, 因此内部节点和公共导线 107 之间的电压差为例如 4.3V。因此, 第一和第二晶体管 100、102 的控制电极的电压基本上小于第一和第二晶体管 100、102 的主电流沟道电压, 从而切断了这些晶体管的主电流沟道的导通。同时, 二极管 104 为正向偏置, 因此具有小的动态阻抗, 该阻抗通过去耦合电容 105 被耦合到公共导线上。因此, 可以实现该信号开关 10 的“断开”状态, 其中晶体管 100、102 的主电流沟道和二极管 104 在输入端 18a 和输出端 18b 之间形成具有较大衰减因数的 T 型衰减器。

当处理系统 16 不工作时, 控制电路 12 命令信号开关 10 将 RF 信号从其输入端 18a 传送至输出端 18b。利用二极管 104 的阳极和公共导线 107 之间的零电压差可以实现该目的。因此, 在二极管 104 的阳极和阴极之间没有电压差, 晶体管 100、102 的控制电极和主电流沟道之间也没有电压差。二极管 104 没有被正向偏置, 因此具有很高的动态阻抗。同时, 晶体管 100、102 的主电流沟道导通。因此, 利用输入端 18a 和输出端 18b 之间具有较小衰减的信号通道, 可以实现信号开关 10 的“导通”状态。应当注意, 该信号开关 10 的“导通”状态并不需要在信号开关 10 上施

加任何电压差。这种导通状态可以在不需要电源电压的电压差的情况下实现。当然，当需要将信号从输入端 18a 传送到输出端 18b 时，根据处理系统 16 的命令，通过在二极管 104 的阳极和公共导线 107 之间施加零电压差（或者通常为小于正向偏置二极管 104 所需电压的电压差），也可以实现当存在电源电压差时的导通状态。

电阻 106 主要用于当二极管 104 被正向偏置时决定通过二极管 104 的电流。该电流最好足够高，以便于确保当开关 10 处于断开状态时二极管 104 的动态阻抗足够低。当仅需要非常小的电流时，需要使用寄生电阻来替换电阻 106。为了实现导通状态下的最小衰减，最好使用具有很小二极管电容的二极管 104，例如 PIN 二极管。电容 108a, b 用于使内部节点 101 与输入端和输出端 18a, b 隔离。这样，开关 10 的控制就可以不受输入端 18a 和输出端 18b 处 DC 电压的影响。当然，当输入端和输出端 18a, b 处没有施加 DC 电压时，或当所施加的 DC 电压不会影响开关 10 的操作时，可以省略电容 108a, b。去耦合电容 105 明显不需要出现，它的功能可以利用例如电路的电源来实现。但是，对于高频信号，最好使用明显的去耦合电容 105。如图 1 所示，公共导线 107 用于向晶体管 100、102 的控制电极施加电压，同时也作为信号输入和输出的公共接线端，但是当然它们不需要被直接连接。或者，去耦合电容 105 也可以与该用于信号输入和输出的公共接线端耦合，且晶体管的控制电极和电阻 106 也可以与内部公共导线 107 耦合。

虽然所示的晶体管 100、102 的控制电极直接与公共导线 107 连接，但是由于没有 DC 电流流过该连接，因此在不影响电路操作的原则下还可以在该连接中加入多个元件。类似的，在不影响电路操作的原则下，还可以加入与二极管 104 串连的元件，例如第二二极管或小电阻，虽然这样会减弱“断开”状态下的隔离。同样，在不影响电路操作的原则下，还可以加入与晶体管 100、102 的主电流沟道串联的元件，例如多个小电阻，虽然这样会增加“导通”状态下的衰减。

作为一个变化例，二极管 104 和电阻 106 可以互换，从而可以将二极管 104 设置在内部节点 101 和公共导线 107 之间，并使其阳极与内部节点 101 连接，电阻 106 可以被耦合在控制电路 12 不与公共导线 107 连接的输出端和内部节点 101 之间。在这种结构中，在开关处于断开状态时，晶体管 100、102 的控制电极与它们的主电流沟道之间的电压差等于

二极管 104 的正向偏置电压。这意味着晶体管 100、102 的阈值电压必须处于零和该正向偏置电压之间的狭小范围内。在该变化例中需要低阈值电压，这导致较高的阻抗和较高的损耗。而且，在该变化例中，阈值电压的值非常关键。

