

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01801163.2

[51] Int. Cl.

H03K 3/012 (2006.01)

H03K 21/38 (2006.01)

H03L 7/08 (2006.01)

H03L 7/193 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006年9月20日

[11] 授权公告号 CN 1276579C

[22] 申请日 2001.4.13 [21] 申请号 01801163.2

[30] 优先权

[32] 2000.5.1 [33] EP [31] 00201561.8

[86] 国际申请 PCT/EP2001/004321 2001.4.13

[87] 国际公布 WO2001/084710 英 2001.11.8

[85] 进入国家阶段日期 2001.12.31

[71] 专利权人 皇家飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 C·S·沃谢 H·H·M·维雷肯

审查员 董杰

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 吴立明 王忠忠

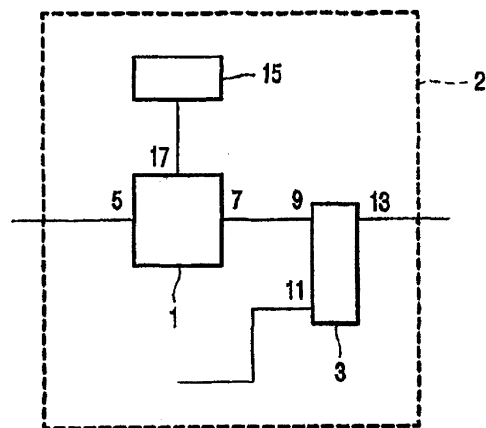
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称

功率自适应分频器

[57] 摘要

当信号频率的变化量大于分频器中分频器单元的分频因子时，可以有效地降低分频器的功率消耗。低频输入信号所要求的分频因子较低，可以将该分频器中的分频器单元旁路和关闭以获得该较低的分频因子，由此降低功率消耗。



1. 一种具有可调分频因子的分频器，它包括一个输入、一个分频器单元、和一个功率控制装置，该分频器单元带有一个用于接收频率为第一频率的第一信号的输入和一个用于输出频率为第二频率的第二信号的输出，该功率控制装置与该分频器关联以调节分频器单元偏置电流，

其特征在于：该分频器包括一个复用装置，它带有第一输入、第二输入、和输出，该第一输入用于接收频率为第二频率的第二信号，该第二输入用于接收频率为第三频率的第三信号，该输出用于输出第二信号或者第三信号，其中复用装置的第一输入与分频器单元的输出相连接，并且：当该复用装置的第一输入被释放时，该功率控制装置工作将该分频器单元的偏置电流降低为零。

2. 权利要求1所要求的分频器，

其特征在于：该复用装置的第二输入与该分频器单元的输入相连接，所述第一频率等于所述第三频率。

3. 权利要求1或2所要求的分频器，其包括另一个分频器单元，该分频器单元被表示为第二分频器单元，它带有一个输入和一个输出频率为第四频率的第四信号的输出，

其特征在于：第二分频器单元的输入与该复用装置的输出相连接。

4. 权利要求3所要求的分频器，其包括另一个功率控制装置，该功率控制装置被表示为第二功率控制装置，它与第二分频器单元关联，以调节第二分频器单元的偏置电流，

其特征在于：该分频器包括另一个复用装置，在所述分频器中，所述复用装置被表示为第一复用装置，所述另一个复用装置被表示为第二复用装置，它带有第一输入和第二输入以及输出，其中第二复用装置的第一输入与第二分频器单元的输出相连接并且这里第二复用装置的第二输入与该第一复用装置的第二输入相连接，并且：当第二复用装置的第一输入被释放时，第二功率控制装置工作将第二分频器单元的偏置电流降低为零。

5. 权利要求1所要求的分频器，

其特征在于：当选定与该分频器单元输出相连接的复用装置的第一输入时，与该分频器单元关联的功率控制装置工作按比例地将相关分频

器单元的偏置电流调节到该分频器单元的一个输入频率。

6. 权利要求 1 所要求的分频器，其包括一个带放大器偏置电流的输入放大器，一个与该分频器输入相连接的输入，以及一个与该分频器单元的输入相连接的输出，

其特征在于：第三功率控制装置工作来调节依赖于该输入放大器输入频率的该输入放大器的放大器偏置电流。

7. 权利要求 1、2、5、6 之一所要求的分频器，

其特征在于：至少一个功率控制装置与处理器相连接，当相关分频器单元被释放时，运行该处理器调节该功率控制装置。

8. 一种锁相环，其包括一个如权利要求 1、2、5、6 之一所要求的分频器，其特征在于：该锁相环包括：

一个 VCO (41)，该 VCO (41) 的输出与所述分频器的输入相连接，和

一个相位检测器 (39)，该相位检测器 (39) 的输入与所述分频器的输出相连，该相位检测器的输出与所述 VCO (41) 的输入相连并用于控制该 VCO (41) 的输出频率。

9. 权利要求 8 所要求的锁相环，

其特征在于：运行微处理器来控制所述分频器的功率控制装置中的至少一个。

10. 一种移动电话，其包括一个具有可调节分频因子的分频器，该分频器包括一个输入、一个分频器单元、和一个功率控制装置，该分频器单元带有一个用于接收频率为第一频率的第一信号的输入和一个用于输出频率为第二频率的第二信号的输出，该功率控制装置与该分频器关联以调节分频器单元偏置电流，

其特征在于：该分频器包括一个复用装置，它带有第一输入、第二输入、和输出，该第一输入用于接收频率为第二频率的第二信号，该第二输入用于接收频率为第三频率的第三信号，该输出用于输出第二信号或者第三信号，其中复用装置的第一输入与分频器单元的输出相连接，并且：当该复用装置的第一输入被释放时，该功率控制装置工作将该分频器单元的偏置电流降低为零。

功率自适应分频器

本发明涉及具有可调分频因子的分频器，该分频器包括一个输入和一个分频器单元，该分频器单元带有接收频率为第一频率的第一信号的输入和输出频率为第二频率的第二信号的输出，以及与分频器关联的功率控制器以调节分频器单元的偏置电流。

从 Peregrine Semiconductor Corporation 公司的申请记录 4“在 CDMA 应用中采用 PE3291/92”已知这种分频器。PE3291 是一个 N 分数的 PLL 集成频率合成器 (fractional-N PLL integrated frequency synthesizer)，它包括二个分频器：一个 16/17 模预定标器 (PLL1) 和一个带可变分频因子的 32/33 模预定标器 (PLL2)。PE3291 提供 VDD1 和 VDD2 二个输入，这二个输入允许对预定标器 PLL1 和预定标器 PLL2 的偏置电平进行外部控制。当以降低的速度使用预定标器时，可以降低该偏置电平。较低偏置电平的预定标器也较慢，但是可以选择偏置电平使得速度足够应付在降低的输入频率下的运行。通过这种方式功率消耗可以随输入频率的降低而降低。

已知分频器的一个缺点是基本上不能降低功率消耗。

本发明的一个目的是提供一种可以降低分频器功率消耗的电路。

为了实现这个目标，本发明的第一方面提供了一种分频器，该分频器的特征在于该分频器包括一个复用装置，该装置带有用于接收频率为第二频率的第二信号的第一输入和用于以接收频率为第三频率的第三信号的第二输入以及输出第二信号或者第三信号的输出，其中该复用装置的第一输入与分频器单元的输出相连接；并且该分频器的特征在于：当复用装置的第一输入被释放时，运行功率控制装置来把分频器单元的偏置电流降为零。

具有可编程分频因子的分频器经常被用于有不同输入频率的系统中。该可编程分频因子使该系统对输入频率进行分频以生成一个在规定的运行范围内的频率。

本发明的第二方面提供了一个这样的实例是在锁相环 (PLL) 中使用

带可编程分频因子的分频器。其特征在于：该锁相环包括一个 VCO (41) 和一个与分频器连接的相位检测器 (39)，该相位检测器用于控制 VCO 的输出频率。输入频率变化，采用分频器将输入频率分成相位检测器正常工作所需的频率范围。

如果降低分频器的输入频率，必须降低分频因子。

当降低分频因子时，不再需要分频器中的某些分频器单元对信号进行分频。那么复用器释放这些单元并且该复用器从该分频器中另一点获得输入信号。由于不再使用该分频器单元的输出，因而可以把该分频器的偏置电流降为零，实际上将分频器单元关闭从而使该分频器单元的功率消耗降为零。所以分频器的功率消耗依赖于分频器的分频因子。

在 GSM 无线移动系统中使用二个频率，例如：990MHz 和 1800MHz。

本发明的第三方面提供了一种移动电话，其包括一个具有可调节分频因子的分频器，该分频器包括一个输入、一个分频器单元、和一个功率控制装置，该分频器单元带有一个用于接收频率为第一频率的第一信号的输入和一个用于输出频率为第二频率的第二信号的输出，该功率控制装置与该分频器关联以调节分频器单元偏置电流，其特征在于：该分频器包括一个复用装置，它带有第一输入、第二输入、和输出，该第一输入用于接收频率为第二频率的第二信号，该第二输入用于接收频率为第三频率的第三信号，该输出用于输出第二信号或者第三信号，其中复用装置的第一输入与分频器单元的输出相连接，并且：当该复用装置的第一输入被释放时，该功率控制装置工作将该分频器单元的偏置电流降低为零。

当一个移动电话运行在 900MHz 的频带时，在 PLL 中产生载波频率的分频器必须对 VCO 频率比当移动电话运行在 1800MHz 的频带时小 2 个因子进行分频。如果该分频器包括一个为 2 的分频器单元，它对来自输入的信号进行分频，当工作在 900MHz 频带时该分频器就不需要了。信号不必通过该分频器单元，因而可以关闭该分频器单元。

本发明的一个实施方案的特征在于复用装置的第二输入与分频器单元的输入相连接。

通过选择分频器单元的输入而不是分频器单元的输出，出现在复用器输出的输入信号没有被分频。通过对复用器切换，复用器与分频器单

元的组合的分频因子可以在 1 与该分频器单元的分频因子之间进行切换。该复用器提供给分频器对分频器单元进行旁路的选择。因为没有使用该分频器单元，所以有可能把分频器单元的偏置降为零并且因而降低了分频器的功率消耗。

本发明的另一个实施方案的特征在于：分频器包括另一个复用装置，该装置被表示为第二复用装置，它带有第一输入和第二输入以及输出，此处第二复用装置的第一输入与第二分频器单元的输出相连接并且此处第二复用装置的第二输入与该复用装置的第二输入相连接并且该实施方案的特征在于：当第二复用装置的第一输入被释放时，运行第二功率控制装置将第二分频器单元的偏置电流降为零。

本发明的另一个实施方案的特征在于：当选择与分频器单元输出相连接的复用装置的第一输出时，至少运行一个与该分频器单元关联的功率控制装置来将与该分频器单元相关的偏置电流按比例地调节到该分频器单元的输入频率。

当分频器单元没有运行在最大运行频率时，可以降低该分频器的偏置电流，于是降低了该分频器单元的有效速度。通过将偏置电流调节到恰好高出分频器运行会受到不利影响的电平，可以对功率耗散进行优化。通过这种方式，可以在降低运行频率时采用将全部分频器单元旁路和关闭的方法，在功率降低的步骤之间获得一个逐渐降低的功率耗散。

本发明的另一个实施方案的特征在于：运行微处理器对 VCO 和分频器功率控制装置中的至少一个进行控制。

微处理器对 VCO 进行控制并且，因此得知 VCO 的运行频率并且还得知该分频器所需的分频因子。根据所需的分频因子，该微处理器决定哪些分频器单元是不需要的，将那些分频器单元关闭，并且对相关的复用器进行切换使得这些分频器单元被旁路。根据运行频率，该微处理器还可以降低余下的在运行的分频器单元的偏置电流以便进一步优化该分频器的功率消耗。

本发明的另一个实施方案的特征在于：运行第三功率控制装置来调节依赖于该输入放大器输入频率的该放大器偏置电流。

现在参照附图对本发明进行解释，在这些附图中，

图 1 展示出一个根据本发明的分频器，其中包括分频器单元、复用

器、偏置电流源。

图 2 展示出根据本发明的另一种配置的分频器，其中包括分频器单元、复用器、偏置电流源。

图 3 展示出一个根据本发明的分频器，其中包括多个分频器单元、多个复用器、多个偏置电流源。

图 4 展示出根据本发明的锁相环。

图 5 展示出该分频器中的带可调偏置电流的放大器的应用。

图 6 展示出该分频器的功率消耗。

根据图 1 的分频器 2 包括带有输入 5 和输出 7 的分频器单元 1。该输出 7 与复用器 3 的第一输入 9 相连接。复用器 3 配有输出 13。分频器单元 1 配有一个与偏置电流控制器 15 相连的偏置控制输入 17。当复用器 3 释放其第一输入 9 时，该电路不再使用分频器单元的输出 7。因为分频器单元 1 的唯一目的是将存在于分频器单元的输入 5 的输入信号进行分频并通过复用器使经过分频的信号能够被该分频器的其它部分所用，所以分频器单元对输入信号进行分频不再有意义。作为结果，通过将分频器单元的偏置电流降低到零可以关闭分频器单元，该偏置电流从偏置电流源 15 通过偏置电流输入 17 被提供给分频器单元 1。复用器 3 可以通过第二输入 11 选择另一个信号并且当释放分频器单元 11 的输出 7 时使该信号在输出 13 上可以得到。

图 2 展示出分频器 2 的另一种配置。

这里复用器 3 的第二输入 11 与分频器单元 1 的输入 5 相连接。

当复用器 3 选定分频器单元 1 的输出 7 时，使得被分频的输入信号在复用器 3 的输出 13 上可以被获得。

当复用器 3 释放输出 7 时，可以通过将偏置电流控制器 15 供应的偏置电流降低为零来关闭该分频器单元。这种情况下，在复用器 3 输出 13 上可以获得的信号是分频器单元 1 的输入信号。复用器 3 使得对分频器单元的输入 5 与复用器 3 的输出 13 之间的有效分频因子进行切换成为可能，该有效分频因子的切换范围是从 1（当输入信号直接由复用器 3 选定时）到分频器单元的分频因子（当分频器单元的输出 7 由复用器 3 选定时）之间。

图 3 展示出一种包括多分频器单元、多复用器、和多偏置电流控制

器的分频器。

这里第二分频器单元 19 的输入 21 与第一复用器的输出 13 相连接。第二分频器单元 19 还包括偏置控制输入 27，偏置控制输入 27 与第二偏置电流源 25 相连接。第二分频器单元 19 的输出 23 与第二复用器 29 的第一输入 31 相连接。第二复用器 29 包括一个输出 35 和一个第二输入 33。第二输入 33 与第一复用器 3 的第二输入 11 相连接。当选定第二复用器 29 的第二输入 33 时，使得第一分频器单元的输入 5 上的输入信号可以在第二复用器的输出上被获得，得到输入 5 与输出 35 之间的有效分频因子为 1。可以关闭二个分频器单元 1 和 19。

当选定第二复用器 29 的第一输入 31 时，该输入信号至少被第二分频器单元 19 分频，并且，根据复用器 3 的状态，该输入信号还被第一分频器单元 1 分频。如果第一分频器单元 1 被第一复用器 3 释放，那么该有效分频因子是第二分频单元 19 的分频因子，并且可以把由偏置电流控制器供应给第一分频器单元 1 的偏置电流降低到零。如果第一复用器 3 选定第一分频器单元 1，那么该有效分频因子是第一分频器单元的分频因子与第二分频器单元的分频因子的乘积，并且分频器单元 1 和 19 必须由它们对应的偏置电流控制器 15 和 25 提供偏置电流。

当第一分频器单元 1 被释放并且第二分频器单元 19 运行在其最高运行频率以下时，降低由第二偏置电流控制器 25 供应给第二分频器单元 19 的偏置电流，由此降低了分频器 2 的功率消耗。当第一分频器单元 1 被旁路时，第二分频器单元 19 有效地成为处理在第一分频器输入 5 上的输入信号的第一分频器单元。因此，打算用于第二分频器 19 的运行频率是保持在运行的分频器单元的最高频率，并且与其它有源分频器单元相比，该偏置电流因而相对较高。降低该相对高的偏置电流是一种降低分频器 2 功率消耗的有效途径。

与关闭不需要的分频器单元的情况相比，它还导致以最佳和更加渐变的方式降低功率消耗，因为在这种情况下，即使实际上对具有低得多频率的输入信号进行分频时，仍然要向分频器单元 19 供应大偏置电流以确保分频器单元 19 适当运行在其最高的运行频率。在采用逐渐降低第二分频器单元 19 的偏置电流的情况下，功率消耗总是处于接近最佳的状态；而在仅仅关闭分频器单元的情况下，只有当第一分频器单元 1 被刚

刚被关闭时才达到最佳，即：第二分频器单元 19 以接近其最高运行频率运行。

图 4 展示出一个锁相环 (PLL) 37，该锁相环受处理器 57 控制并且包括一个根据本发明的分频器 2。

PLL37 包括一个相位检测器 39，相位检测器 39 检测参考输入 51 上的参考信号与比较输入 49 上的被分频的 VCO 输出信号之间的相位差。该相位检测器与电压控制振荡器 (VCO) 41 相连接并且给 VCO41 提供关于二个输入信号之间相位差的信息。根据该信息，VCO41 产生一个在 VCO41 的输出 43 上能获得的输出信号。VCO 的输出 43 与分频器 2 的输入 45 相连接。该分频器的输入 45 与分频器 2 的第一分频器单元的输入 5 相连。

所以 VCO41 的输出 43 上的 VCO 输出信号被施加到分频器 2 的输入 45 上，结果被分频器 2 分频，这导致在分频器 2 的输出 35 上产生一个被分频的 VCO 输出信号。

为了改变 PLL37 的运行频率，必须改变分频器 2 的分频因子。这可以通过以下方式来实现，即：处理器发出信号控制分频器 2 中的复用器 3、29，有效使得 VCO 输出信号旁路所释放的分频器单元。由此，处理器有效地对 VCO43 的输出频率以及所以对 PLL 的输出频率进行了控制。

因为处理器 57 控制复用器 3、29，它还可以确定可以关闭哪一个分频器单元。另外，由于处理器 57 了解 PLL37 的运行频率和复用器 3、29 的状态，它可以确定哪一个分频器单元 1、19 正在运行以及以什么频率运行。所以该处理器能确定适合分频器单元的相应的偏置电流。处理器 57 与偏置电流控制器 15 通过控制端口 61 相连并且通过控制端口 55 与偏置控制 25 相连接。通过控制端口 55、61，处理器 57 可以完全关闭相应的分频器单元 1、19 的偏置电流或者将该偏置电流降低以适合相应的分频器 1、19 的运行频率。

图 5 展示出包括放大器 67 和输出 65 的 PLL37，放大器 67 带有与分频器 2 的输入 45 相连接的输入 63，输出 65 与第一分频器 1 的输入 5 相连接。放大器 67 对输入信号 (在本实例中是 VCO 输出信号) 进行放大，因此允许分频器 2 以比没有放大器时低的信号电平工作。放大器 67 的偏置电流依赖于放大器 67 的增益因子。当低增益足以获得适当的输入信号的电平为分频器单元工作时，可以降低放大器 67 的偏置电流。通过这种

方式有可能降低分频器 2 的功率消耗。可以通过一些方式获得有关分频器单元 1、19 的输入信号的信号电平信息。例如，与自动增益控制电路相似，可以采用电平表测量信号电平并且相应地对放大率进行调节。在图 5 中，处理器根据 VC041 的运行频率及得知 VC041 的特性确定该信息。VCO 的已知特性往往表现出依赖于运行频率变化的输出信号电平的變化。根据实际运行频率，处理器 57 可以包括一个查询表或者可以运用数学关系确定所期望的 VC041 输出 43 上的信号电平。处理器 57 还可以确定分频器 2 中各分频器单元 1、19 所需的信号电平，该信号电平可能会依赖于频率和分频器单元，并且相应地对放大器 67 的增益和偏置电流进行调节。根据这种方式，即分频器单元对放大器 67 的输出 65 上的信号进行处理可以优化功率消耗。

图 6 展示出分频器的功率消耗。

该水平轴表示该分频器的运行频率 F_{oper} 。

该垂直轴表示该分频器总的功率消耗 P_{tot} 。

图 6 中的实线表示分频器中关闭分频器单元的效果。在最高频率 F_{max} 处，所有单元必须是激活的并可以处理最高输入频率。当输入信号的运行频率 F_{oper} 被降低到 F_{high} 时，不再需要分频器中的第一分频器单元，可以将其释放或旁路以及关闭。通过将第一分频器单元关闭，降低了功率耗散。当进一步降低该输入频率，可以释放下一个分频器单元并将其关闭，从而进一步有效地降低了功率消耗。

图 6 中的虚线表示除关闭相应分频器单元外还降低与分频器单元运行频率 F_{oper} 相关的分频器单元的偏置电流的效果。

当输入信号的频率是 F_{max} ，第一分频器单元必须以其最高频率工作并且偏置电流也相应的高。偏置电流也可与输入频率一起被降低。当运行频率 F_{oper} 略高于 F_{high} 时，第一分频器单元仍然在运行并且，因此仍然需要一定大小的偏置电流。在频率 F_{high} 处，可以释放第一分频器单元并且将其关闭从而导致该偏置电流的降低。在 F_{high} 与 F_{low} 之间的频率范围内，第二分频器单元在系统中以最高频率运行并且现在其偏置电流可以有利地根据运行频率 F_{oper} 降低。这导致直至到达 F_{low} 的沿虚线的偏置电流降低。在该点处，可以将第二分频器单元关闭从而导致该分频器功率消耗的降低。

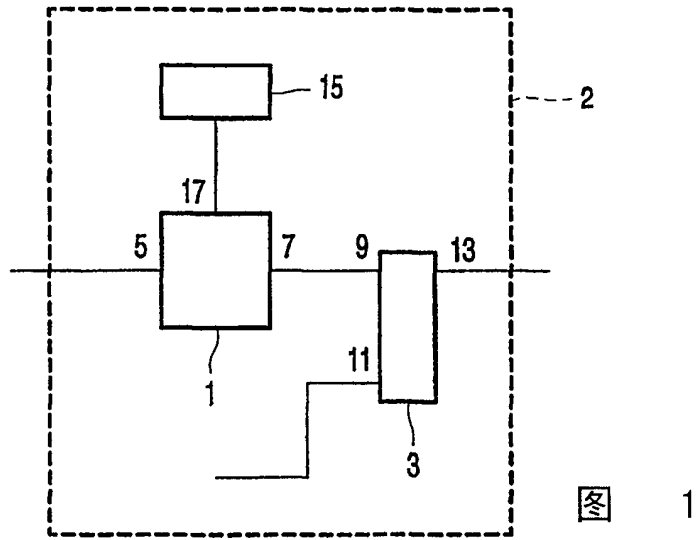


图 1

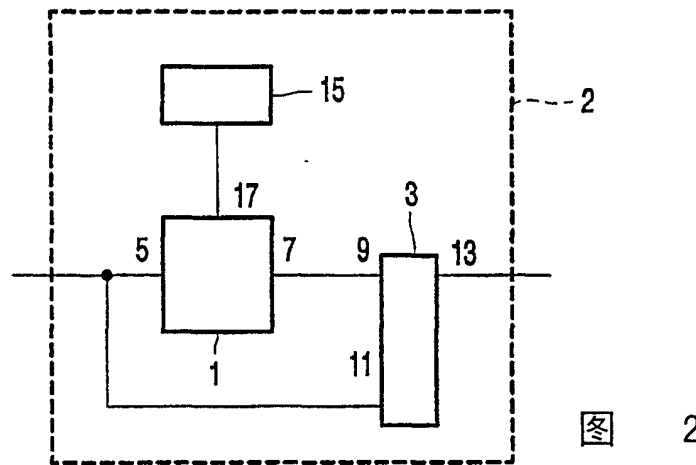


图 2

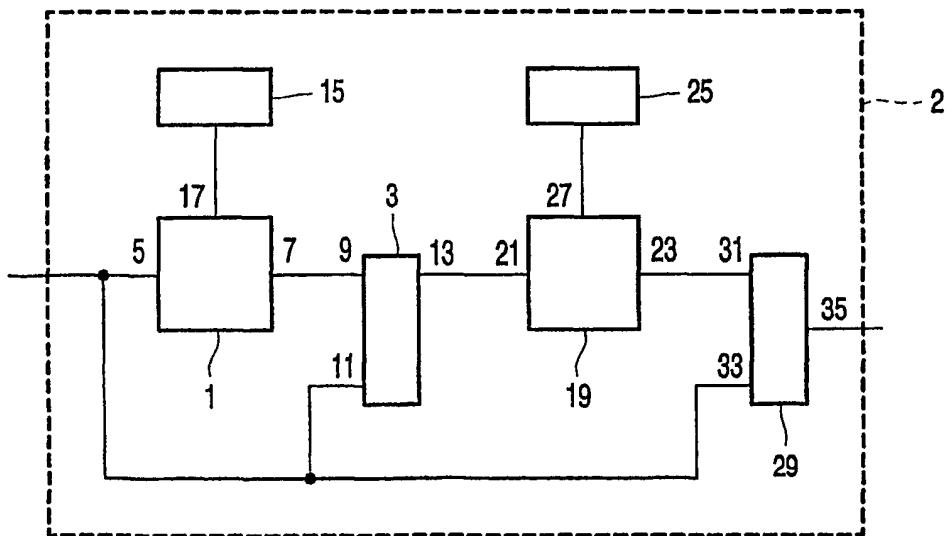


图 3

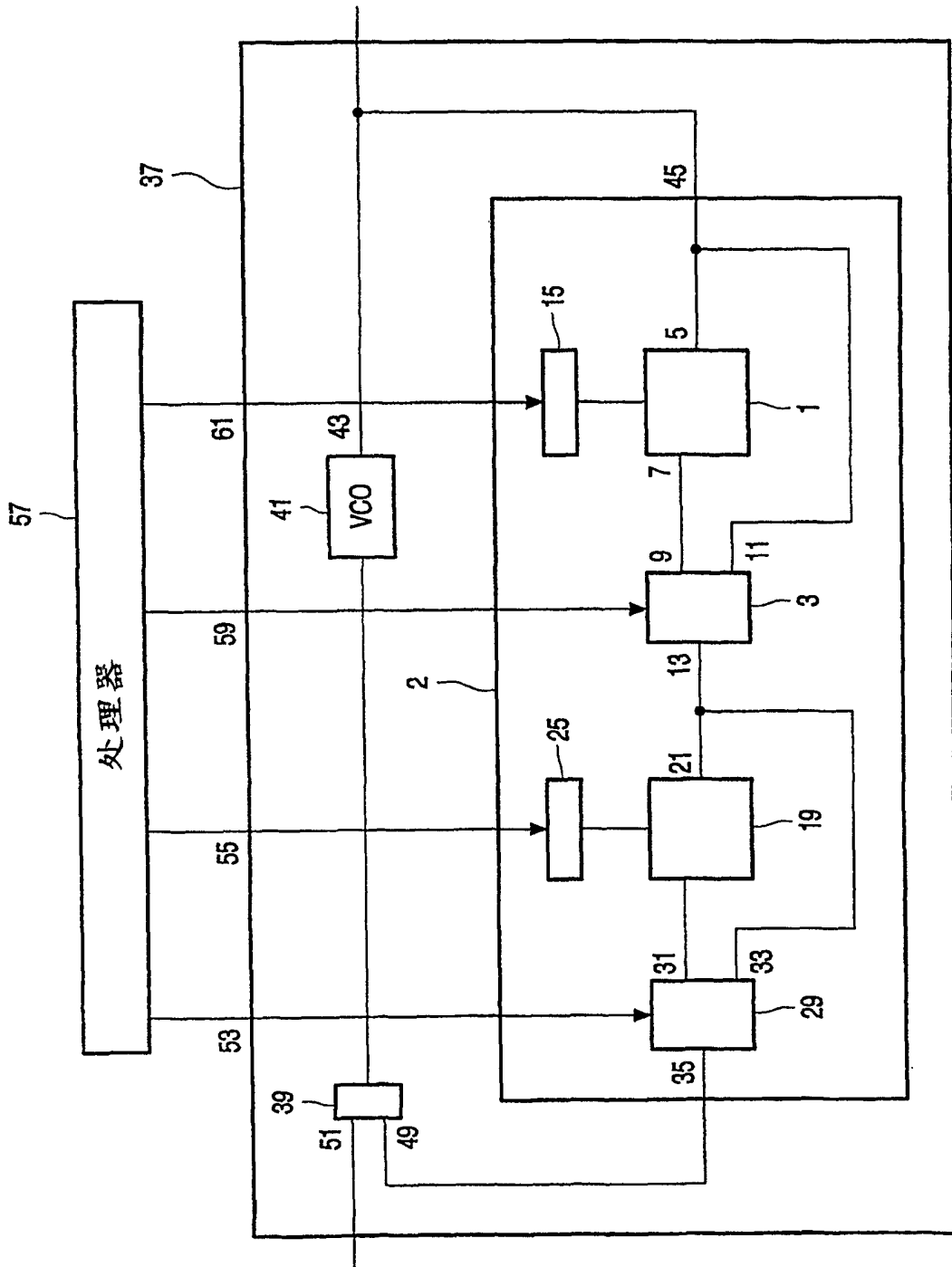


图 4

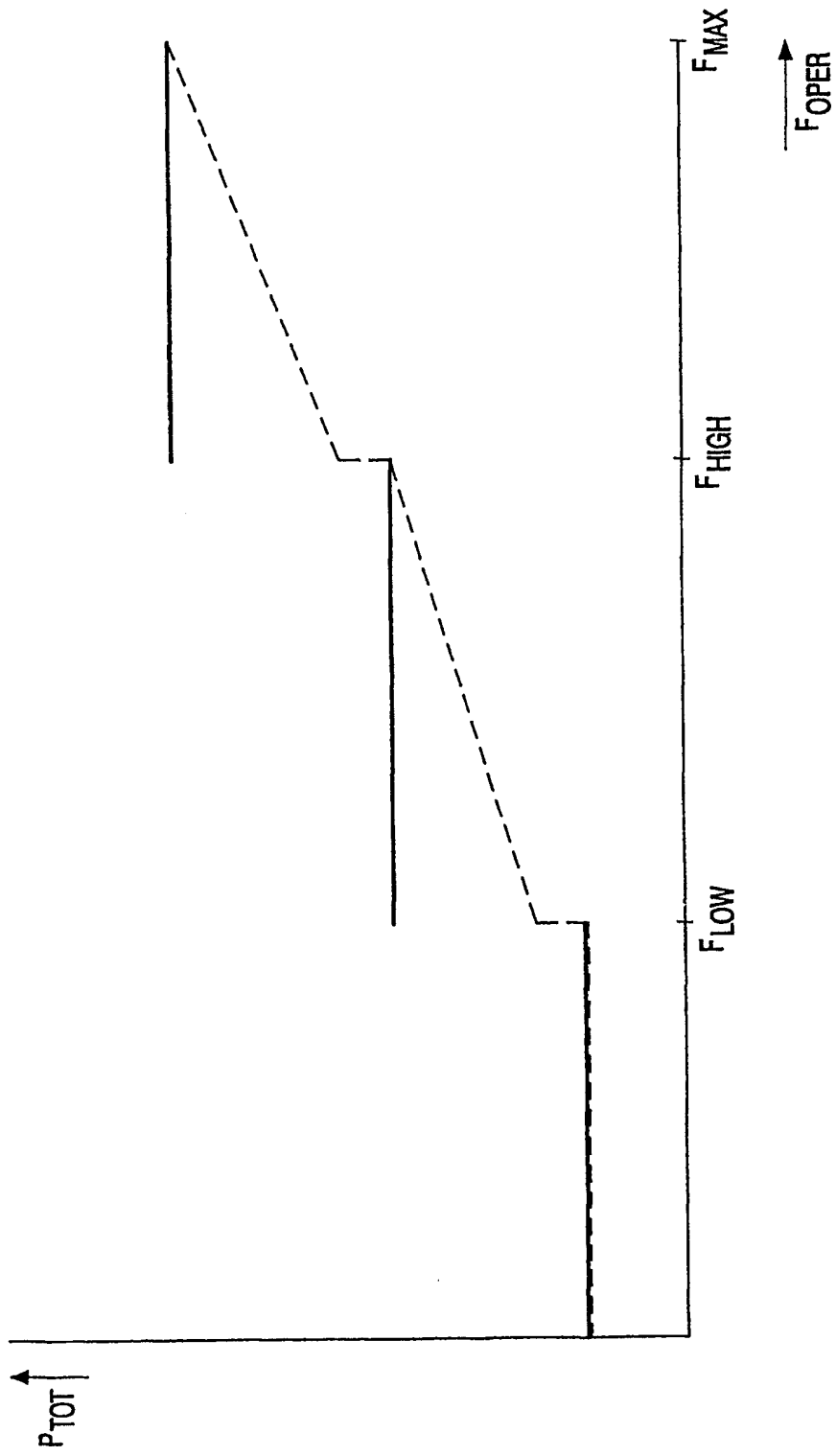


图 6