

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

H03G 3/30

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98804160.X

[43]公开日 2000年5月3日

[11]公开号 CN 1252185A

[22]申请日 1998.2.11 [21]申请号 98804160.X

[30]优先权

[32]1997.2.25 [33]US [31]08/804,671

[86]国际申请 PCT/US98/02013 1998.2.11

[87]国际公布 WO98/37629 英 1998.8.27

[85]进入国家阶段日期 1999.10.14

[71]申请人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72]发明人 R·W·拉姆佩 J·T·吉勒特

R·A·多尔曼 A·蒙塔尔沃

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

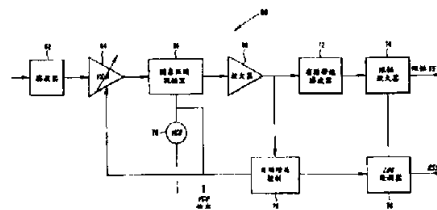
代理人 栾本生 李亚非

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图页数 8 页

[54]发明名称 带有有源滤波器的接收机 IF 系统

[57]摘要

公开了一种使用有限动态范围的 IF 滤波器的高动态范围接收机 IF 系统。一个可变增益放大器放大第一 IF 信号。随后将放大的第一 IF 信号提供一个图象压缩混频器中,用于压缩放大的第一 IF 图象分量,以给无线接收机系统提供足够的图象压缩,其中该图象压缩混频器输出一个经图象压缩的第二 IF 信号。然后,一个有源带通滤波器从该第二 IF 信号中滤除不希望的分量。随后,该滤波后的信号在限幅放大器中被尽可能的限幅,该限幅放大器输出一个限幅的 IF 信号。然后,一个对数检测器提供一个接收信号强度指示符。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种使用有限动态范围的 IF 滤波器的高动态范围接收机 IF 系统, 包括:

一个可变增益放大器, 用于放大第一 IF 信号;

5 一个图象压缩混频器, 用于压缩放大的第一 IF 信号的图象分量以为无线接收机系统提供足够的图象压缩, 所述图象压缩混频器输出一个经图象压缩的第二中频信号;

有源带通滤波器装置, 用于从该第二 IF 信号中滤除不希望的分量;

10 限幅放大器装置, 用于对以滤波的信号尽可能地限幅并输出一个限幅的 IF 信号; 以及

一个对数检测器装置, 用于提供一个接收信号的强度指示符。

2. 根据权利要求 1 的接收机 IF 系统, 其中可变增益放大器由一个自动增益控制环控制。

15 3. 根据权利要求 1 的接收机 IF 系统, 其中可变增益放大器由一个微控制器数字控制。

4. 根据权利要求 1 的接收机 IF 系统, 其中对数检测器装置包括一个装置以消除增益变化的影响, 这样, 接收的信号的强度指示符不被可变增益放大器的增益变化而破坏。

20 5. 根据权利要求 1 的接收机 IF 系统, 还包括:

一个下变频级, 用于将第二 IF 信号变换为基带同相信号和正交的信号。

6. 根据权利要求 1 的接收机 IF 系统, 还包括:

一个上变频级, 用于将该第二 IF 信号变换到另一个频率。

25 7. 根据权利要求 1 的接收机 IF 系统, 还包括:

一个电压控制振荡器, 用于所述图象压缩混频器提供一个可调节的频率信号, 该混频器将可调节的频率信号与第一 IF 信号混频以改变第一 IF 信号的频率。

8. 根据权利要求 1 的接收机 IF 系统, 它还包括:

30 一个第二有源带通滤波器装置, 以第二中频为中心; 以及

切换装置, 用于有选择的将所述第一和第二有源带通滤波器装置连接到所述放大器和所述对数检测器装置。

9. 一种使用有限动态范围的 IF 滤波器的高动态范围接收机 IF 系统，包括：

一个图象压缩混频器，用于压缩第一 IF 信号的图象分量以为无线接收机系统提供足够的图象压缩，所述图象压缩混频器输出一个经
5 图象压缩的第二中频信号；

一个可变增益放大器，用于放大所述第二 IF 信号；

第一有源带通滤波器装置，用于从该第二 IF 信号中滤除不希望的分量；

限幅放大器装置，用于对该第二 IF 信号尽可能地限幅并输出一个
10 个限幅的 IF 信号；以及

一个对数检测器装置，用于由所述以滤波的信号提供一个接收信号的强度指示符。

10. 根据权利要求 9 的接收机 IF 系统，其中可变增益放大器由一个自动增益控制环控制。

11. 根据权利要求 9 的接收机 IF 系统，其中可变增益放大器由一个微控制器数字控制。

12. 根据权利要求 9 的接收机 IF 系统，其中对数检测器装置包括一个装置以消除增益变化的影响，这样，接收的信号的强度指示符不被可变增益放大器的增益变化而破坏。

13. 根据权利要求 9 的接收机 IF 系统，还包括：

一个下变频级，用于将第二 IF 信号变换为基带同相信号和正交的信号。

14. 根据权利要求 9 的接收机 IF 系统，还包括：

一个上变频级，用于将该第二 IF 信号变换到另一个频率。

15. 根据权利要求 9 的接收机 IF 系统，还包括：

一个电压控制振荡器，用于所述图象压缩混频器提供一个可调节的频率信号，该混频器将可调节的频率信号与第一 IF 信号混频以改变第一 IF 信号的频率。

16. 根据权利要求 9 的接收机 IF 系统，其中所述第一有源带通
30 滤波器装置，以第一中频为中心。

17. 根据权利要求 16 的接收机 IF 系统，它还包括：

一个第二有源带通滤波器装置，以第二中频为中心；以及

切换装置，用于有选择的将所述第一和第二有源带通滤波器装置连接到所述可变增益放大器和所述对数检测器装置。

说明书

带有有源滤波器的接收机 IF 系统

5 路。
本发明涉及一个带有有源带通滤波器的无线接收机集成中频电

在如图 1 所示的一个传统的超外差式接收机中，一个接收到的信号被 RF 放大器 12 放大之前先通过一个带通滤波器 10。带通滤波器 10 滤掉那些可能使 RF 放大器 12 饱和的带外的信号。也就是说，带通滤波器 10 确保只有那些想要的信号分量被放大。在信号放大之后，
10 由放大器 12 产生的输出信号通过一个第二带通滤波器 14。带通滤波器 14 滤掉任何在带通滤波器 10 中没有被完全抑制的带外的信号。另外，带通滤波器 14 降低可能会使混频器出现不想要的响应的其它频率处的噪声和干扰。第二滤波器 14 的输出信号被混频器 16 接收。通过把从本机振荡器 18 来的信号与滤波器输出信号混合，混频器 16 将
15 接收到的频率转变为一个适合于传统的接收机进一步处理（诸如解调器 20 所表示的解调）的中频。

有时可能要求另外的滤波并且可能使用一个双下变频超外差式接收机。如图 2 所示，双下变频超外差式接收机 30 通过天线 31 接收信号。接收到的信号随后在 RF 滤波器 32 中滤波，并在一个低噪声放大器 / 混频器 34 中放大，且与来自如图 1 所示的上述的接收机中的
20 第一本机振荡器 36 的信号混合。

混合后的信号随后在第一中频（IF）滤波器 38 中滤波。在蜂窝式无线应用中，第一 IF 滤波器一般是晶体滤波器。第一滤波器 38 输出的信号随后在 IF 滤波器 / 混频器 42 中放大。放大的信号则与来自
25 第二本机振荡器 44 的信号混合。随后混合后的信号在一般是陶瓷滤波器的第二滤波器中滤波，然后输出到放大器 48 中。过去，无线电设计者试图通过用有源滤波器电路代替无源晶体或陶瓷 IF 带通滤波器的方法来降低接收机的成本。

除去 IF 滤波器的一个方法是在第一或第二下变频级使用正交混频器，然后将该信号向下混合到其基带的同相（I）或正交（Q）分量
30 处，这些分量随后被低通滤波。对于接收机设计的这个方法被称为零差法（Homodyne）或零 - IF（Zero - IF）。依据原理，一个 IQ 无线

接收机可按照图 3 来构成，图中来自天线 51 的无线信号 56 被直接提供到两个平衡的，正交的混频器 52a, 52b，信号在其中分别被由本机振荡器 53 所产生的信号的载频的正弦和余弦波相乘。以此方式产生 I - 信道或同相信号，和 Q - 信道或正交信号。乘法装置产生的输出既包括 2F 附近的和频分量又包括零频附近的差频分量。低通滤波器 54a, 54b 滤除前者而接受后者。该零频分量随后则可被低频放大级 55a, 55b 而不是高频放大器放大到任何适宜的电平。

实际上，在单操作中，零 - IF 接收机通过把接收的信号直接转变为基带的方式来消除到中频的过渡变频 (Interim Conversion)。低通滤波器的优势是它比由它们所取代的带通滤波器易于构成。然而实际上，零 - IF 方式被各种实际问题所困扰，其中之一便是与完善的数学放大器相比较，平衡混频器不够完善。这种不足最令人头痛的方面是产生的直流偏移或不变电压可能比预期的信号高出很多个数量级。接收混频器输出的低频放大器在预期信号被充分放大之前很久就已被大直流偏移强制饱和。

理论上，另一种除去陶瓷 IF 滤波器的方法是用有源带通滤波器电路来代替它们。有源滤波器电路可与其它 IF 电路如放大器，混频器，电压控制振荡器 (VCO)，和检测器组合，从而组成一个 IF 系统。有源带通 IF 电路的主要困难是以前未能实现足够的动态范围。有源滤波器的动态范围由于在电路中的压缩被限定在一个高信号电平，而由于噪声而被限定在一个低信号电平。有源滤波器的理论上的最大动态范围与下述公式定义的品质因数 (Q_f) 有关

$$\text{最大动态范围} \leq C_T (V_{RMS})^2 / (2\pi kT\phi Q_f) \quad (\text{等式 1})$$

其中 C_T = 总滤波器电容

V_{RMS} = 最大 RMS 输入信号电压

Kt = Boltzman 常数 x 温度

ϕ = 一个由电路装置和布局确定的常数

Q_f = 滤波器品质因数 = (中心频率) / (3dB 带宽)

详细研究公式 1 会发现由于无线电源电压是固定的，对于给出的工作温度和装置技术， $2\pi kT$ 和 ϕ 为常数，总电容 C_T 由在集成电路上可得到的模具面积决定，则 V_{RMS} 是预定的考虑到这些因素则只有 Q_f 因数是个变量，调节它可用来提高滤波器的动态范围。

在一个给定的应用中，信号带宽是预定的，这表示滤波器的中心频率必须被减小以降低品质因数 Q_f 从而提高滤波器的动态范围。然而，有一个问题是，当中频被降低时因其更靠近图象的频率，则在前述接收机级某些点上的滤波器将不能够除去 (Rejection) 这个图象。

5 本发明的一个目的是通过提供一个无线接收机和一个带有有源带通滤波器的集成 IF 电路来克服上述的缺陷，其中通过降低工作中频而把滤波器的品质因数 Q_f 降到一个可实现的水平。降低中频则减少由第一 IF 滤波器提供的图象抑制 (Rejection)。这个缺陷通过在滤波器前使用图象压缩混频器来克服。

10 尽管减小品质因数 Q_f 可提高动态范围，但有源滤波器不能达到高性能无线通信所需求的动态范围。可通过动态调节在有源滤波器前的放大器的增益来进一步提高该动态范围。也就是，如果信号变得太大，则增益减小。

15 大部分的 2-路无线系统需要移动台把接收到的信号强度返回到基站。这是通过一个其输出电压与其输入电压的对数成比例的电路来实现的。该电压通常被称为接收信号强度指示 (RSSI)。通常， $RSSI = K \cdot \log(A \cdot V_{in})$ ，其中 K 是一个常数， A 是在 RSSI 电路之前的总增益。因为增益被改变以适应有限的有源滤波器的动态范围，因而 RSSI 不可靠。

20 本发明包括一个装置，可重建 RSSI 使其不受变化的增益的影响。它的优点是选择一个信号的信道带宽的偶数倍的中频。

通过结合附图如下描述，本发明的这些和其它特征及优点对于在本领域的普通技术人员来说是显而易见的，在这些图中：

图 1 示出了传统的超外差式接收机；

25 图 2 示出了一个双下变频超外差接收机；

图 3 示出了一个使用零-IF 技术的接收机的简要框图；

图 4 示出了依据本发明的一个实施例的带有有源滤波器的 IF 集成电路；

30 图 5 示出了依据本发明的另一个实施例的一个带有有源滤波器的 IF 集成电路；

图 6 示出了依据本发明的另一个实施例的一个带有有源滤波器的 IF 集成电路；

图 7 示出了依据本发明的另一个实施例的一个带有有源滤波器的 IF 集成电路；并且

图 8 示出了依据本发明的另一个实施例的一个带有有源滤波器双频带 IF 集成电路；

5 图 4 所示为实施本发明的一个系统的示意框图。可以理解当本发明的特殊应用之一是应用于蜂窝式移动无线电话接收机时，则本发明可以用于任何信号接收装置。

图 4 所示的 IF 集成电路 60 接收来自图 2 所示的第一 IF 滤波器 38 的一个输入信号。IF 集成电路 60 的输入信号在一个可变增益放大器 (VGA) 64 中放大并随后提供给图象压缩混频器 66。另一方面，可变增益放大器 66 可以连接图 5 所示的图象压缩混频器的输出。在本发明中，中频被降低以减小带通滤波器的品质因数 Q_f 从而提高滤波器的动态范围。图象信号被图象压缩混频器 66 压缩，这样第一中频滤波器 62 和图象压缩混频器的组合为无线系统提供足够的图象抑制 (Rejection)。图象压缩混频器 66 输出一个信号给 IF 放大器 68，该 IF 放大器 68 放大该信号。可变增益放大器由一个自动增益控制环 70 所控制，该电路在有源滤波器 72 的信号输入处由诸如包络检测或对数检测电路检测信号电平并且依此调节可变放大器的增益。而且，可变增益放大器 64 也可使用微控制器进行数字控制。当检测到的信号电平高时，接收机的动态范围可通过降低可变增益放大器的增益来提高。放大的信号随后被提供到有源带通滤波器 72，它从第二 IF 信号中滤除不希望的分量。

在 IF 集成电路的有源滤波器后可接通常在 FM 无线接收机中有的限幅放大器 74 和对数检测器 76。在被发送到任何一个都可被集成到本 IF 系统的解调器检测器或分辨器之前，限幅放大器 74 严格 (Hard) 限制第二 IF 信号。对数检测器 76 输出一个接收信号强度指示 (RSSI)。对数检测器包括一个来自 AGC 电路的输入，这样，增益的对数被从 RSSI 中减掉。即， $RSSI = K(\log(A * V_{in}) - \log(A)) = K * \log(V_{in})$ 其中 K 为一个常数。而且，如图 6 所示，有源滤波器后可接一个下变频级 80，这样 IF 电路可以在同相或相差为九十度输出一个基带信号。另外，如图 7 所示，有源滤波器后可接一个上变频级 82，这样 IF 电路在一个更适合解调器检测器或分辨器电路的特殊类型的频率

上输出另外一个中频。

依据本发明的一个实施例，最好将第二中频置于信号的信道带宽的偶数倍上（e. g., $2x$, $4x$...）。例如，在美国的蜂窝式无线系统，信道带宽是 30kHz 。第二中频随后则被选为等于 120kHz 的 $4 \times 30\text{kHz}$ 。这样选择的原因是有源滤波器的最佳实施例是一个平衡的或差分电路，该电路提供了对信号的偶次失真分量的良好抑制。因而，只有位于 30kHz 和 60kHz 的相邻信道的偶次谐波的较低电平能够落在 120kHz 的希望信道。

该最佳实施例的另一个方面是在一个低于第一中频的频率处设置第二本机振荡器，称之为低端注入，它表示第二中频将在高端频带并且图象压缩混频器 66 将抑制较低端的图象。这是使这个 IF 系统工作的一个重要的选择，因为图象压缩混频器不能自己提供一个图象频率的充分抑制，并且还需要一些来自第一中频晶体滤波器的附加抑制。通过他们的设计和构成，晶体滤波器在通过频带的低端具有非常好的抑制，而在高端抑制效果较差。因而，这个晶体滤波器、图象压缩混频器和低的第二中频的组合需要低端本机振荡器注入以获得充分的图象抑制（REJECTION）。

依据本发明的另一个实施例，公开了结合本发明 IF 系统的接收机中支持双带宽操作的可能性。如图 4-8 所示，IF 系统包括一个集成电压控制振荡器（VCO）。如果 VC078 被一个可编程合成器锁相，则第二中频可被编程。另外，如图 8 所示，第二有源带通滤波器 84 可被加到 IF 系统中，因此，对于一个信号带宽，可以使用其中的一个滤波器，而对于另外一个可能以另一个第二中频为中心的信号带宽，则另一个滤波器转换到信号路径上来。这个双带宽操作的一个应用是在一个无线电接收机中既使用 800MHz 蜂窝式又使用 1900MHz PCS 式频带，其中在蜂窝式频带中的信道带宽是 30kHz 而在 1900MHz 频带的信道带宽可能会很宽以支持一个 GSM 型系统操作或码分多址。例如，在 120kHz 对蜂窝式频带设置中频使有源滤波器的品质因数为 4。如果无线电接收机也将支持具有一个 200kHz 信道带宽的 GSM，该中频可能被重新设置为 800kHz 并且 GSM 滤波器的品质因数仍为 4。

为了便于理解根据特定实施例对本发明进行了描述。然而，上述实施例是示意性的而不是限制性的。显然，本领域的普通技术人员在

不偏离本发明的精神和范围的情况下可对上述的特定实施例进行变更。因而，本发明并不局限于上述的例子，其范围由下述权利要求书限定。

说明书附图

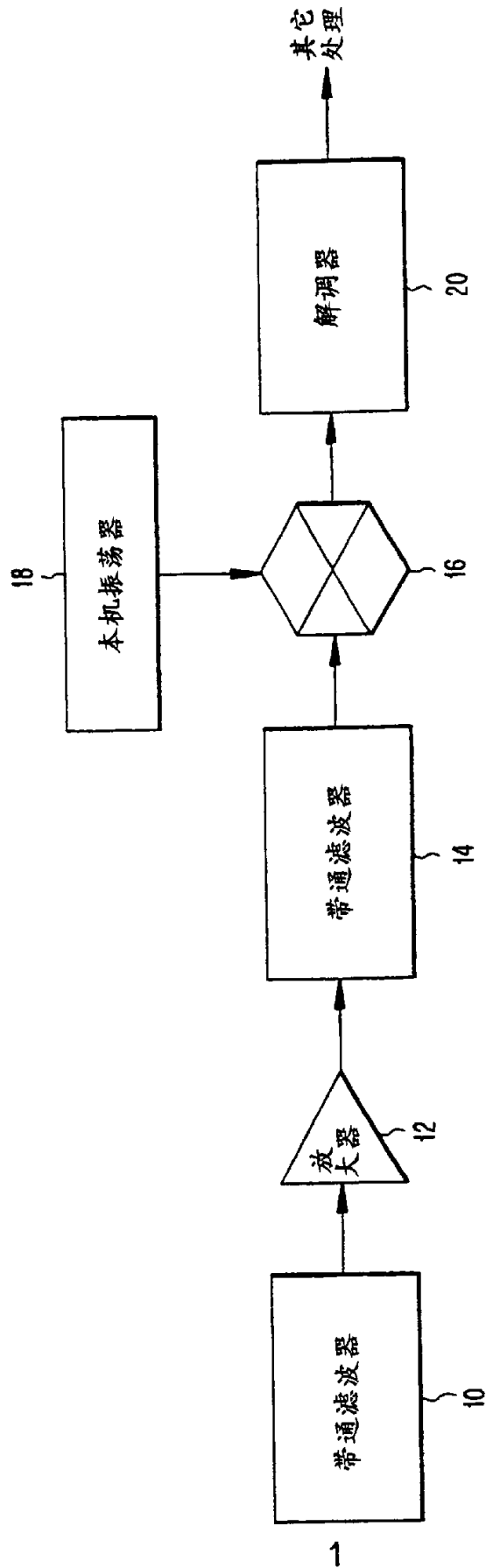


图 1
现有技术

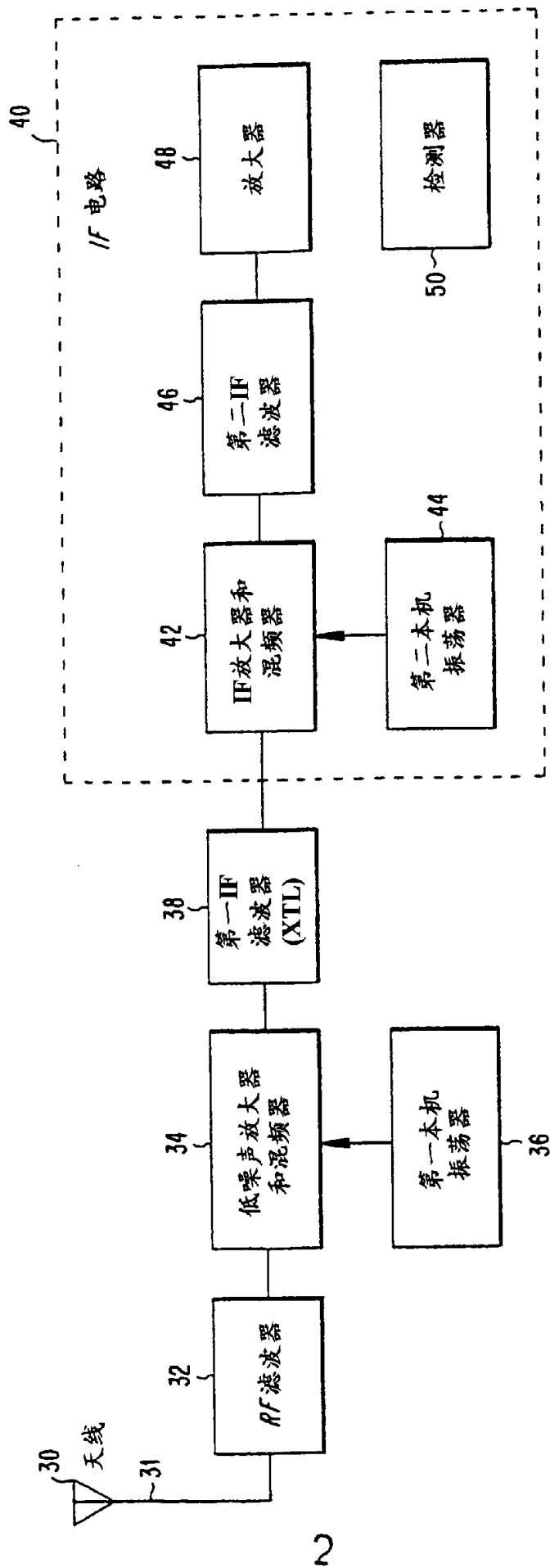


图 2

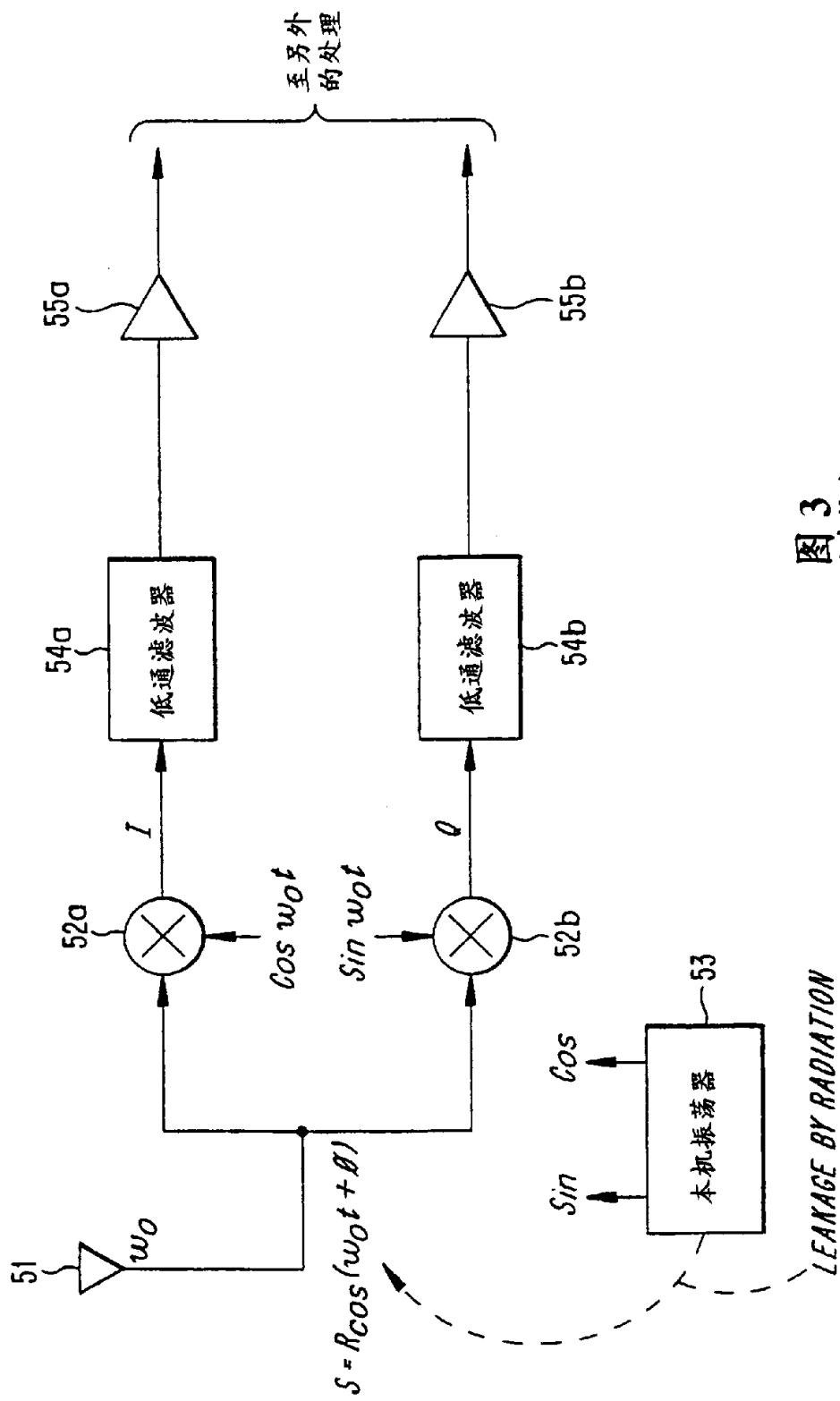


图3
现有技术

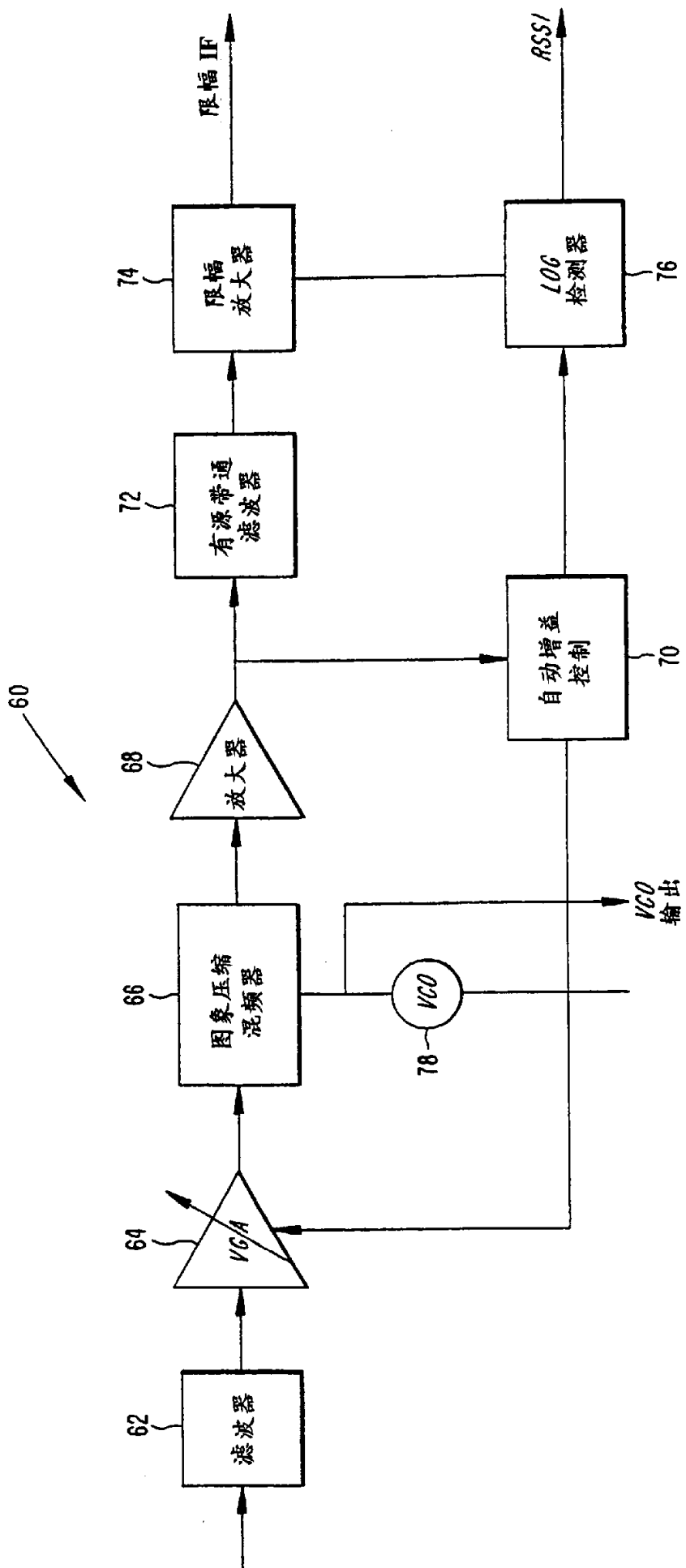


图 4

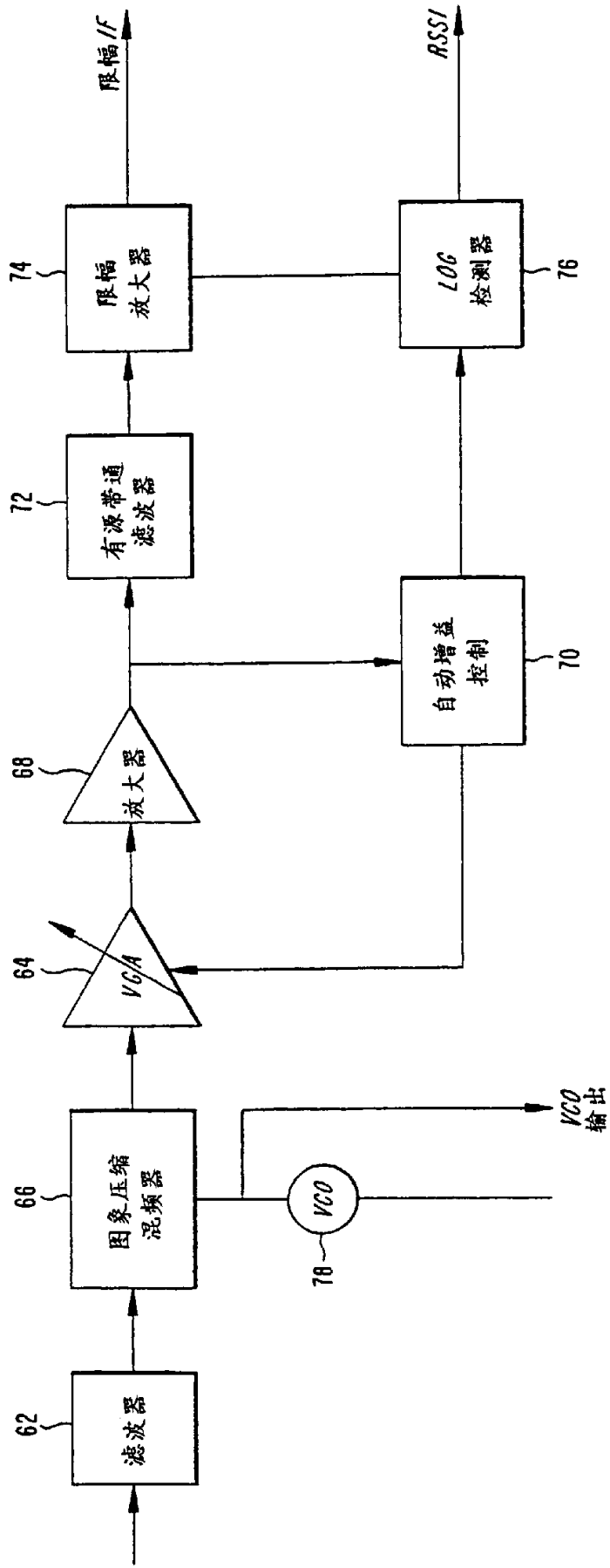


图5

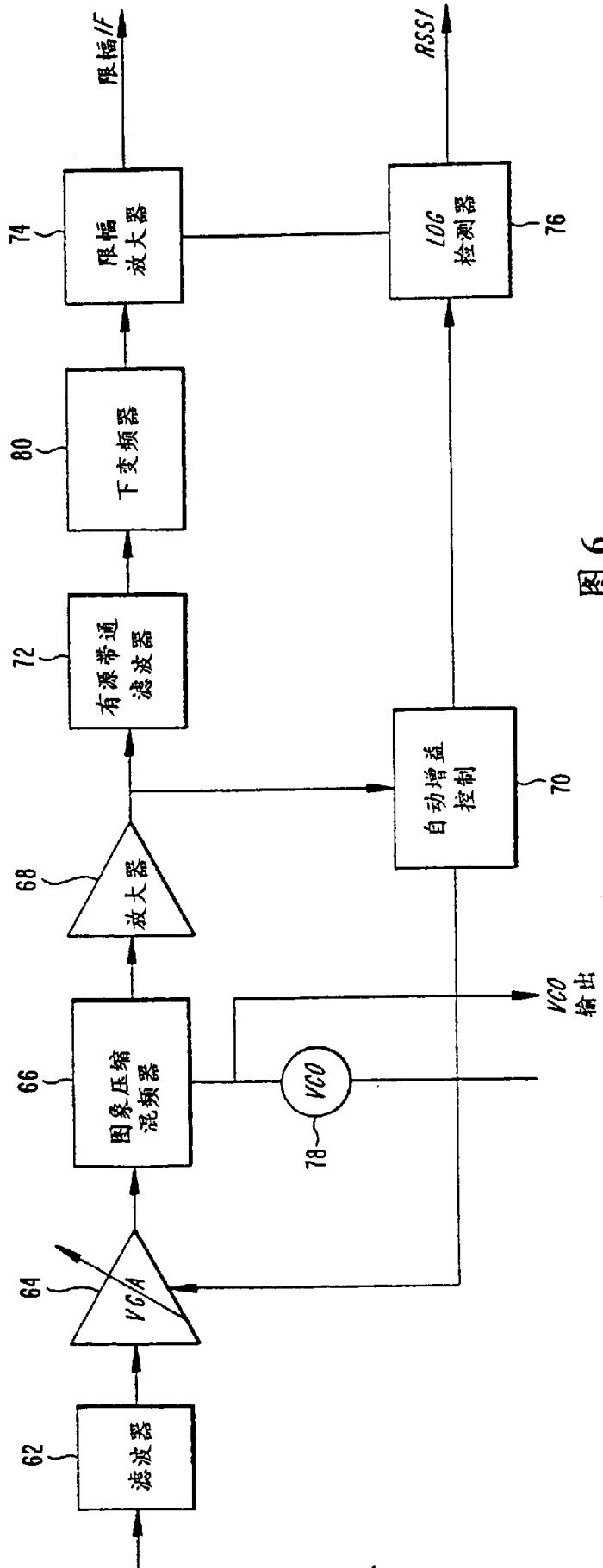


图 6

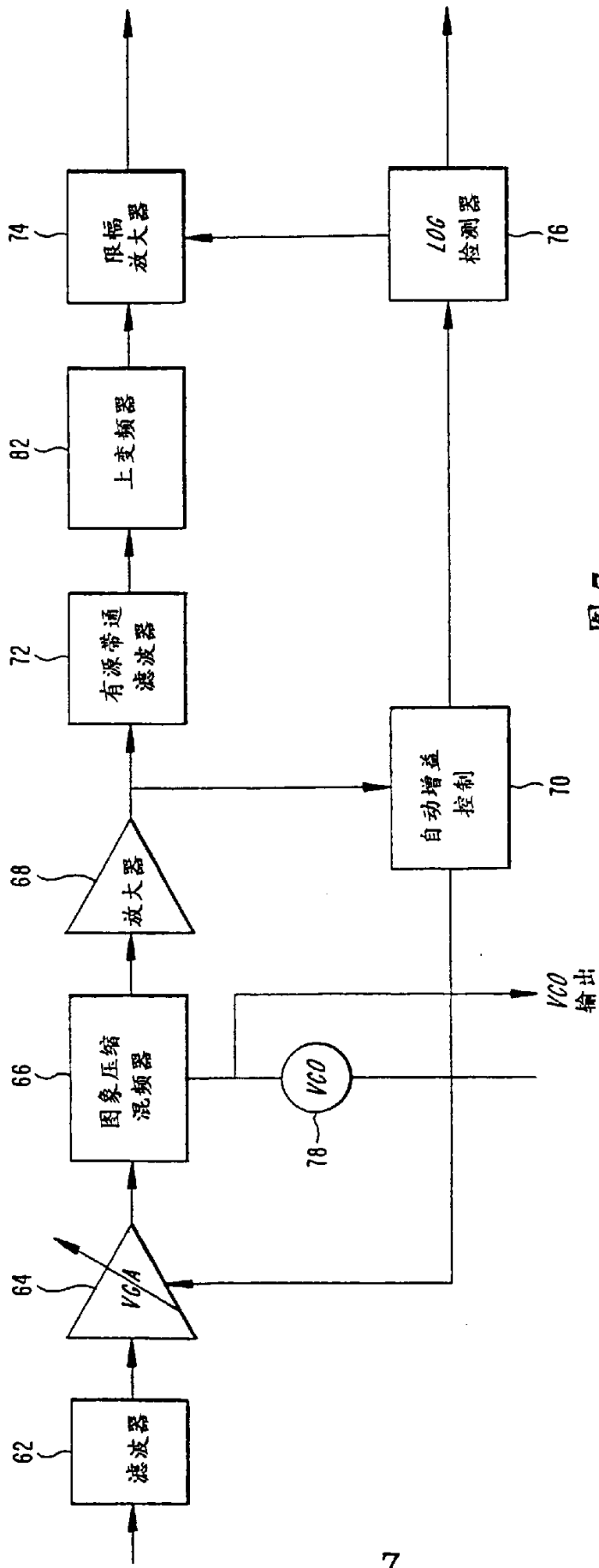


图 7

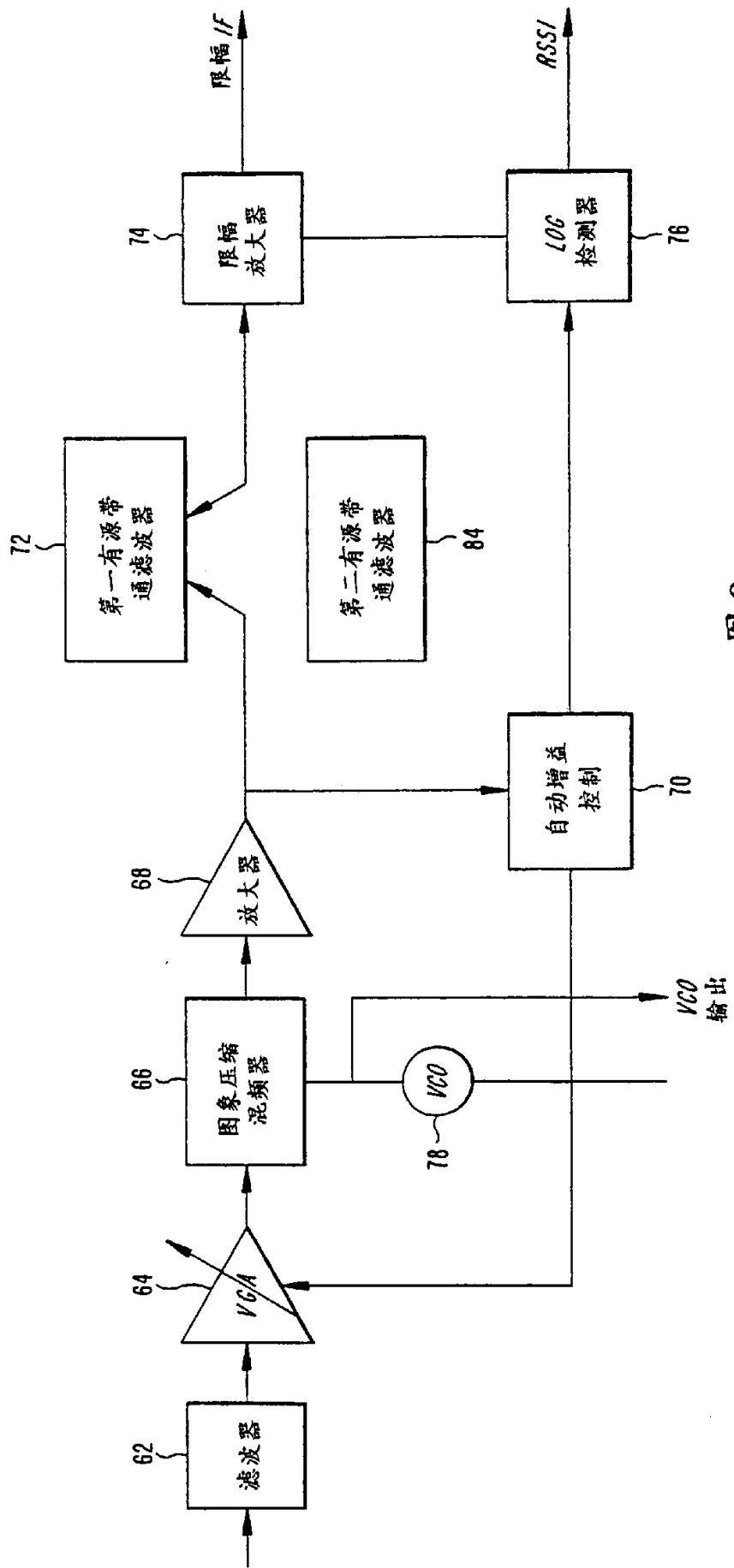


图 8