

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00810599.5

[43] 公开日 2002 年 8 月 14 日

[11] 公开号 CN 1364336A

[22] 申请日 2000.5.17 [21] 申请号 00810599.5

[30] 优先权

[32] 1999.5.22 [33] GB [31] 9911880.4

[86] 国际申请 PCT/GB00/01895 2000.5.17

[87] 国际公布 WO00/72440 英 2000.11.30

[85] 进入国家阶段日期 2002.1.18

[71] 申请人 马科尼数据系统有限公司

地址 英国赫特福德郡

[72] 发明人 I·J·福尔斯特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

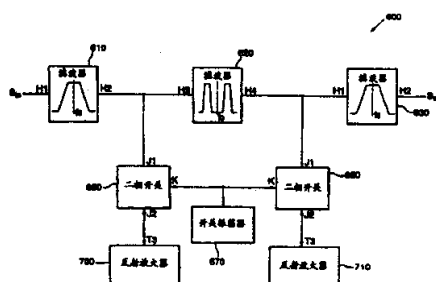
代理人 吴增勇 梁永

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 放大器电路

[57] 摘要

本发明提供用于放大输入信号并产生放大的输出信号的放大器电路(600)。该电路包括沿着信号通路级联的、用于放大沿着信号通路正向传输的信号的反射式放大器(1400)系列。该电路用于阻碍沿着信号通路反向的信号传播,从而阻止在电路(600)内出现自激振荡。将反射式放大器并入电路(600)中使得电路能够提供高增益、例如 50dB、同时消耗小的电流、例如几十微安。电路(600)特别适用于射频接收器、如移动电话的中频。



权 利 要 求 书

1. 一种用于接收输入信号(S_{in})并提供对应的放大的输出信号(S_{out})的放大器电路(600),其特征在于包括:

5 (a)多个反射式放大器(700, 710), 它们沿着信号通路级联并用于放大沿着正向传输的所述输入信号(S_{in})以便提供所述输出信号(S_{out}); 以及

10 (b)连接装置(610, 620, 630, 650, 660), 用于连接所述反射式放大器(700, 710)以便构成信号通路并且用于阻止信号沿着反向传播, 从而在所述电路(600)内部阻止自激振荡发生, 所述连接装置包括: 沿着所述信号通路插入相邻的所述反射式放大器(700, 710)之间的滤波器(610, 620, 630); 以及调制装置(650, 660)、用于将所述输入信号调制成相关的边带信号分量(860, 870)并且将所述边带信号分量沿着通路来回转换, 所述滤波器(610, 620, 630)和所述调制装置(650, 660)用于促进沿着所述通路正向的信号传播以及阻止沿着反向的信号传播。

2. 权利要求1的电路, 其特征在于: 所述滤波器(610, 620, 630)沿着所述信号通路串联排列, 边带传输滤波器(620)和边带抑制滤波器(610, 630)沿着所述通路互相交错, 当所述输入信号(S_{in})沿着所述信号通路传输时, 所述调制装置(650, 660)用于将所述输入信号在基本上只能通过所述边带抑制滤波器(610, 630)传递的对应的载波信号(850)和基本上只能通过所述边带传输滤波器(620)传递的对应的边带信号之间转换, 从而促进所述输入信号沿着所述通路的正向传播并且阻止信号沿着反向传播。

25 3. 权利要求1或2的电路, 其特征在于: 所述调制装置包括多个相开关(650、660), 每个相开关具有各自的与其关联的反射式放大器(700, 710)。

4. 权利要求3的电路, 其特征在于: 所述相开关(650、660)插入所

述滤波器和与它们关联的放大器(700, 710)之间。

5. 权利要求1、2、3或4的电路, 其特征在于: 所述调制装置(650, 660)可以以具有相关频率的速率工作, 所述相关频率等于所述边带传输滤波器的边带传输特性的传输峰值的频率区间的一半。

5 6. 权利要求4或5的电路, 其特征在于: 所述相开关(650、660)各自包括包含电感器和调制的可变电抗器的调谐电路。

7. 一种包括根据任何前述权利要求的放大器电路的中频片。

8. 一种包括根据权利要求1到6中任何一个的放大器电路的中频接收器。

10 9. 一种包括根据权利要求1到6中任何一个的放大器电路的移动电话。

10. 一种用于放大输入信号并提供对应的放大的输出信号的方法, 其特征在于该方法包括以下步骤:

15 (a) 提供多个沿着信号通路级联的反射式放大器(700, 710), 并且提供用于将所述反射式放大器(700, 710)连接到信号通路的连接装置(610, 620, 630, 650, 660), 后者促进信号沿着通路的正向传播并且阻止信号沿着反向传播, 所述连接装置包括: 沿着信号通路插入相邻的所述反射式放大器(700, 710)之间的滤波器(610, 620, 630); 以及调制装置(650, 660)、它用于将所述输入信号(S_{in})调制成相关的边带信号分量并且将该边带信号分量沿着通路来回转换, 所述滤波器(610, 620, 630)和所述调制装置(650, 660)用于促进信号沿着通路的正向传播以及阻止信号沿着反向传播;

(b) 在所述信号通路接收所述输入信号(S_{in});

25 (c) 引导所述输入信号经由所述连接装置(610)传输到所述反射式放大器之一(700)、以便在其中放大而提供放大的信号;

(d) 引导所述放大的信号传输到另一个反射式放大器(710), 以便在其中进一步放大;

(e) 重复步骤(d)直到所述放大信号达到信号通路的输出端; 以及

(f)将来自信号通路的所述放大信号作为所述输出信号(S_{out})输出。

说明书

放大器电路

5 本发明涉及放大器电路，具体但不仅仅涉及用于在无线电接收机中提供中频带通放大的放大器电路。

在先有技术中广泛使用放大器，用于放大施加的输入信号以便提供放大的输出信号。这在这样的无线电接收机中是特别重要的，其中在那里接收的辐射产生一般具有微伏级幅度的对应天线接收的信号。无线电接收机使用其中的放大器将这种接收信号放大到大约毫伏到伏的幅度，例如驱动扬声器。因为很难防止用来在射频频率进行放大的放大器的自激振荡，尤其当他们包括级联的增益提供级的时候，所以，通常将接收的信号外差成较低的中频，于是易于提供高放大倍数以及提供更有选择性的带通信号滤波。

15 因此在先有技术的无线电接收机中，通常在中频即位于接收的辐射的频率和音频或视频频率之间的频率提供所需要的信号放大的大部分。例如，无线电接收机接收 500 MHz 频率的辐射并产生也在 500 MHz 的对应天线接收的信号。接收器将接收的信号外差以便产生频率范围在 10.7 MHz 左右的中频信号，然后进行放大和滤波，最后将放大的中频信号解调以便产生对应的具有频率范围在 100 Hz 到 5 kHz 的信号分量的声频输出信号。

25 最近，因为射频频谱变得日益拥挤，在现代的通信系统中倾向于使用超高频(UHF)的范围，即500 MHz左右；现在也使用例如1 GHz到30 GHz的微波频率传输。与此相联系，在现代的无线电接收机设计中倾向于使用在几十MHz或更高频率的中频放大；这是为了获得与使用外差方法有关的足够的幻像抑制。

在现代移动电话中，在包括于其中的中频放大器电路中提供大部分信号放大。这些电路包括传输放大器和相关的表面声波(SAW)或

陶瓷滤波器以便提供窄的带通信号放大特性；该电路和它们的相关的滤波器通常一起称为"中频片"。这种传输放大器工作时耗费很大的电力，例如用于移动电话的中频放大器电路工作时一般耗费几百微安到几毫安的电流。

5 为了通过它们的相关的电池给现代移动电话提供延长的工作时间，已经研究和开发了新型的电池，后者增加电荷存储量以提高性能，例如可再充电的金属氢化物和锂电池。

10 本发明人了解到减少无线电接收机中中频放大器的电流消耗以便通过电池提供延长的工作时间是可取的，而不是专心于改善电池技术。因此本发明力图提供一种替换的放大器电路，例如特别适用于无线电接收机的中频的电路，它需要较少的操作功率。

15 先有技术中已知，例如日本专利申请第JP 55137707号中所描写的，将反射式放大器级联并在其中插入滤波器，以便防止产生于前级的高次谐波分量传播到后续级。滤波器不能禁止信号沿着级联的系列放大器反向传播而防止自激振荡的发生。

 根据本发明，提供一种用于接收输入信号并提供相应的放大的输出信号的放大器电路，其特征在于包括：

 (a)多个反射式放大器，它们沿着信号通路级联并用于放大沿着正向传送的输入信号以便提供输出信号；以及

20 (b)连接装置，用于连接反射式放大器以便构成信号通路以及用于阻止信号沿着反向传播，从而在电路内部阻止自激振荡发生，该连接装置包括：沿着信号通路插入相邻反射式放大器之间的滤波器，以及调制装置、后者用于将输入信号调制成相关的边带信号分量并且将所述边带信号分量沿着通路来回转换，滤波器和调制装置用于
25 促进沿着通路正向的信号传播以及阻止沿着反向的信号传播。

 这提供了这样的优点：在放大器之间插入的滤波器能够将各放大器与它的相邻的放大器隔离，从而阻止沿着通路反向的信号传播；包含的调制装置使通过各放大器传送的输入信号能够在载波和边带

信号之间转换，从而使它能够沿着通路通过滤波器正向传送。

该电路提供了这样的优点，即能够提供信号放大，并且在操作期间与先有技术的放大器电路相比耗费较少的电流。

5 由于工作期间可能出现自激干扰振荡，所以本专业的技术人员还不能预期将多个反射式放大器连接在一起并获得稳态放大是可行的。该电路通过插入促进电路中想要的信号放大并抵消其中引起自激振荡的信号放大的连接装置来解决这个问题。

自激振荡定义为：作为在信号通路内部或附近发生反馈的结果，沿着提供放大的信号通路出现的自感应振荡。

10 为了方便起见，滤波器沿着信号通路串联排列，边带传送滤波器和边带抑制滤波器沿着通路互相交错，当输入信号沿着信号通路传送时，调制装置用于将其在基本上只能通过边带抑制滤波器传输的对应的载波信号和基本上只能通过边带传送滤波器传输的对应的边带信号之间转换，从而促进输入信号沿着通路正向传播以及阻止
15 信号沿着反向传播。

另一方面，本发明提供放大输入信号并供应对应的放大的输出信号的方法，其特征在于该方法包括以下步骤：

(a)提供多个沿着信号通路级联的反射式放大器，并且提供用于将反射式放大器连接到信号通路的连接装置，后者促进信号沿着通路的正向传播并且阻止信号沿着反向传播，连接装置包括：沿着信号
20 通路插入相邻的反射式放大器之间的滤波器；以及调制装置、它用于将输入信号调制成相关的边带信号分量并且将该边带信号分量沿着通路来回转换，滤波器和调制装置用于促进信号沿着通路的正向传播并且阻止信号沿着反向传播；

25 (b)在所述信号通路接收输入信号；

(c)引导输入信号经由连接装置传送到反射式放大器之一、以便在其中放大而提供放大的信号；

(d)引导放大的信号传送到另一个反射式放大器，以便在其中进一

步放大;

(e)重复步骤(d)直到放大信号达到信号通路的输出端; 以及

(f)将来自信号通路的放大信号作为输出信号输出。

5 该方法提供了这样的优点: 在放大期间, 有选择地引导信号沿着信号通路正向从放大器传送到放大器, 从而阻止任何放大器再放大该输入信号, 由此防止建立可以产生自激振荡的任何反馈环。

现在将通过例子, 参考以下电路图来描述本发明的实施例, 附图中:

图 1 是根据本发明实施例的放大器电路的示意图;

10 图 2 是说明包含在图 1 的电路中的滤波器的信号传输特征的图; 以及

图 3 是包含在图 1 的电路中的反射式放大器电路的示意图。

参考图 1, 图中显示了根据本发明实施例的放大器电路; 电路用 600 表示。它包括: 三个带通滤波器 610、620、630; 两个二相开
15 关 650、660; 一个开关振荡器 670 以及两个反射式放大器 700、710。每一个放大器 700、710 包括图 3 中用 1400 表示的反射式放大器电路。

20 滤波器 610、630 相同并使用表面声波(SAW)、体声波(BAW)或陶瓷滤波器元件。每一个滤波器 610、630 为在它的端子 H1、H2 之间传送的信号提供带通传输特性。该特性包括单个传输波峰, 以频率 f_0 为中心, 分别具有高-3 dB 和低-3 dB 的截止频率 $f_0 + f_1$ 和 $f_0 - f_1$ 。在该电路 600 中, f_0 是 100MHz 并且 f_1 是 50kHz。

25 滤波器 620 也使用 SAW、BAW 或陶瓷滤波器元件。它为在它的端子 H3、H4 之间传送的信号提供双峰传输特性。双峰特性包括两个传输波峰, 第一波峰以频率 $f_0 + f_2$ 为中心, 第二波峰以频率 $f_0 - f_2$ 为中心。第一波峰分别具有高-3 dB 和低-3 dB 的截止频率 $f_0 + f_2 + f_1$ 和 $f_0 + f_2 - f_1$ 。同样地, 第二波峰分别具有高-3 dB 和低-3 dB 的截止频率 $f_0 - f_2 + f_1$ 和 $f_0 - f_2 - f_1$ 。图 2 中用 800 表示的图形图解表示了滤波器 610、620、630 的信号传输特征。图形 800 包括代表频率的第一轴 810 和代表通过滤

波器610、620、630的相对的信号传输电平的第二轴820。

在图2中，滤波器610、630的单个传输波峰用850表示。同样，滤波器620的第一和第二传输波峰分别用860、870表示。此外，滤波器610、630还强烈地吸收频率在 $f_0 - f_2$ 和 $f_0 + f_2$ 左右的辐射，即波峰860、870的频率范围左右，特别是施加于它们的端子H2的信号。此外，滤波器620还强烈地吸收波峰850的频率范围左右的辐射，特别是施加于它的端子H4的信号。

现在再参考图1，开关振荡器670用于在它的输出端产生二进制逻辑方波控制信号，所述控制信号以频率 f_2 周期性地在逻辑状态0和1之间切换。来自振荡器670的输出传送到二相开关650、660的输入控制端子K。

二相开关650、660相同，各包括三个端子，即信号端子J1、J2和如上所述的输入端子K。开关650包括电感器和可变电抗器，后者也叫变容二极管；施加于开关650的端子K的控制信号用于控制施加于可变电抗器的电势，从而改变对通过它的端子J1、J2之间的开关650传送的信号的相移的调谐和影响。当来自开关振荡器670的控制信号处于逻辑状态0时，开关650、660提供 0° 相移；反之，当控制信号处于逻辑状态1，开关650、660提供 90° 相移。因而，工作时，通过开关650、660经由它们的端子J1、J2传送并随后从开关650、660返回、并且被相关的反射式放大器700、710放大的信号，在相位 0° 和 180° 之间周期性地切换。

下面将参考图1和2描述电路600的操作。开关振荡器670以频率 f_2 振荡并在它的输出端产生该频率的控制信号。频率 f_2 选择等于或大于两倍的 f_1 。控制信号以频率 f_2 切换二相开关650、660、使得它们对通过其中的信号进行相位调制。

滤波器610在它的端子H1输入端接收输入信号 S_{in} 。该信号 S_{in} ，例如，在前级(未显示)产生，该前级对接收信号进行外差以便产生信号 S_{in} 作为中频信号，后者包括频率范围在 $f_0 - f_1$ 到 $f_0 + f_1$ 的信号分量。因

为它的信号分量在滤波器610的波峰的频率范围之内，所以信号 S_{in} 通过滤波器610，从它们的端子H1传输到端子H2。当信号 S_{in} 从端子H2传送出来时，它不能穿过滤器620，因为后者不能在该信号分量的频率下传送信号；因而信号 S_{in} 从开关650的端子H2传送到端子J1并在那里进行相位调制，以便在端子J2作为第一调制信号 S_{m1} 显现。调制信号 S_{m1} 传送到放大器700的端口T3，放大器700对信号 S_{m1} 进行反射放大、以便提供第二放大调制信号 S_{m2} 。信号 S_{m2} 从放大器700的端口T3通过开关650传送回来、在那里对其再进行相位调制以便提供第三调制信号 S_{m3} ，在端子J1输出。

信号 S_{m3} 是相位调制的并包括包含波峰860、870的频率范围的信号分量的两个边带。因为在这些边带的频率下滤波器610是不可传送信号的，所以信号 S_{m3} 的边带被禁止通过滤波器610反向传送。因为所述边带在滤波器620的波峰860、870的频率范围之内，因此，信号 S_{m3} 从滤波器620的端子H3传送到它的端子H4。

信号 S_{m3} 从滤波器620的端子H4传送到开关660的端子J1。滤波器630不能传送信号 S_{m3} ，因为它在所述信号的边带的频率范围内是不可传送信号的。因而，信号 S_{m3} 通过开关660从它的端子J1传送到它的端子J2，从那里作为第四信号 S_{m4} 显现。因为开关660以频率 f_2 提供相位调制，所以信号 S_{m3} 的边带被外差以便产生信号 S_{m4} 的、在波峰850的频率范围内的信号分量。信号 S_{m4} 从开关660的端子J2传送到放大器710的端口T3，在放大器710中被反射放大以便提供放大信号 S_{m5} 。信号 S_{m5} 通过开关660从放大器710的端口T3反向传送，在那里再被相位调制，以便在开关660的端子J1作为第六信号 S_{m6} 显现。来自信号 S_{m5} 的放大后的信号 S_{m6} 包括波峰850的频率范围内的信号分量。

因为滤波器620对包含波峰850的频率范围内的信号分量的信号是不可传送信号的，特别是在它的H4端子，信号 S_{m6} 被禁止通过滤波器620反向传送。因而信号 S_{m6} 通过滤波器630从它的端子H1

传送到它的端子 H2, 从那里作为信号 S_{out} 传送。信号 S_{out} 包括存在于信号 S_{in} 中的、已经通过电路 600 放大的信号分量。

总之, 电路 600 交替地逐级将待放大的信号 S_{in} 从载波频率, 即波峰 850 的频率范围内的频率, 转换到边带频率, 即波峰 860、870 的频率范围内的频率。因而, 开关 650、660 协同滤波器 610、620、630 有效地阻碍信号沿着从输出端 S_{out} 到输入端 S_{in} 的通路反向传播; 这隔离了放大器 700, 710, 从而能够在电路 600 实现较大的信号放大而不出现自激振荡。因此, 由于使用了反射式放大器, 所以电路 600 能够用约为几十微安的低电流提供接近 50dB 的高信号放大。

如果反射式放大器 700、710 仅仅级联而没有开关 650、660 和滤波器 610、620、630, 则会遇到严重的自激振荡问题, 将妨碍实现预期的输入信号放大。

电路 600 可以修改成包括更多的放大级, 各级包括反射式放大器并通滤波器、例如在沿着信号通路的第一方向上通过滤波器 610 以及在沿着信号通路的第二方向上通过滤波器 620 与它的相邻级隔离, 所述方向是相反的。由于比图 1 所示包括更多放大级, 所以能够实现更高的增益。

滤波器 610、620、630 可以是一个或多个 SAW 滤波器、陶瓷滤波器或调谐电感/电容滤波器。对于高频操作还可以使用体声波滤波器。

放大器 700、710 可以连接到偏置控制器, 后者安排成控制放大器 700、710 内的晶体管电流, 从而能够动态控制它们的增益, 例如在需要自动增益控制(AQC)来迎合在 S_{in} 处施加的信号相对大的动态范围。

放大器电路 600 包括级联的系列反射式放大器, 后者连接形成信号通路、沿着该信号通路发生输入信号的放大。反射式放大器通过开关装置连接, 例如通过开关 650、660 以及滤波器 610、620、630 连接, 以便促进沿着用于放大的通路正向的信号传播并阻碍沿着可能引起自激振荡的通路反向的信号传播。这使得能够用低于先

有技术的提供类似增益的传输放大器所需的电流消耗来实现较高的放大增益。

下面将参考图 3 进一步描述反射式放大器电路1400。包括在虚线1410内的电路1400包括：用1420表示的硅或砷化镓(GaAs)晶体管；
5 形成用于晶体管1420的终端网络的电容器1430和电阻器1440；反馈电容器1450；形成偏压网络的电感器1460和电阻器1470；以及电流源1480。电路1400包括输入输出端口T3，后者连接到晶体管1420的栅电极1420g和电容器1450的第一端子。

电路1400连接到用于向电路1400供应电力的电源1500。电源1500
10 连接到晶体管1420的漏极1420d以及电容器1430的第一端子；电容器1430的第二端子连接到信号地线。电容器1450设置有连接到晶体管1420的源电极1420s的第二端子，后者连接到接地的电阻器1440，所述电容器1450的第二端子通过串联的电感器1460和电阻器1470连接到电流源1480，后者连接到信号地线。

电路1400工作时，栅电极1420g接收通过端口T3施加的输入信号。输入信号产生对应于输入信号的信号电流，后者在源电极1420g和漏极1420d之间流动。该信号电流通过晶体管1420的栅极-漏极和栅极-源极电容以及通过电容器1450耦合，从而在栅电极1420g产生输出信号，即放大的输入信号。输入信号在栅电极1420g反射，在那里
20 与通过端口T3传送出的输出信号组合。

由于电路1400接收输入信号并且经由一个端子即端口T3将复合信号返回、所以，它相当于一个反射负电阻。

电路1400和它的显示在虚线1410内的相关组件能够为通过晶体管1420的约为几十微安的漏极/源级电流提供接近+30dB的大功率增益。靠这样低的供电电流运行的传输放大器是不可能现实这种大功率增益的。
25

当结合到移动电话中作为它的中频片的一部分时，包括多个电路 1400 的放大器电路 600 与先有技术相比能够在中频使与放大信号

有关的电话电流消耗成数量级地减小(an order of magnitude reduction)。这具有显著的优点，例如延长通过可再充电的电池供电的电话操作的工作时间。

5 本专业的技术人员将了解在没有脱离本发明范围的情况下，可以改变电路600。因而，替换的开关装置，或装置等效物，可以与反射式放大器一起使用、只要它们表现出与电路600中的开关和滤波器类似的特性，即用于阻止寄生振荡的发生。

10 电路600可以并入无线电接收机中，例如移动电话中，在那里起中频片作用。此外，当装备有解调器以便转换来自电路600的信号输出时，电路能够作为IF接收器。

说明书附图

图1

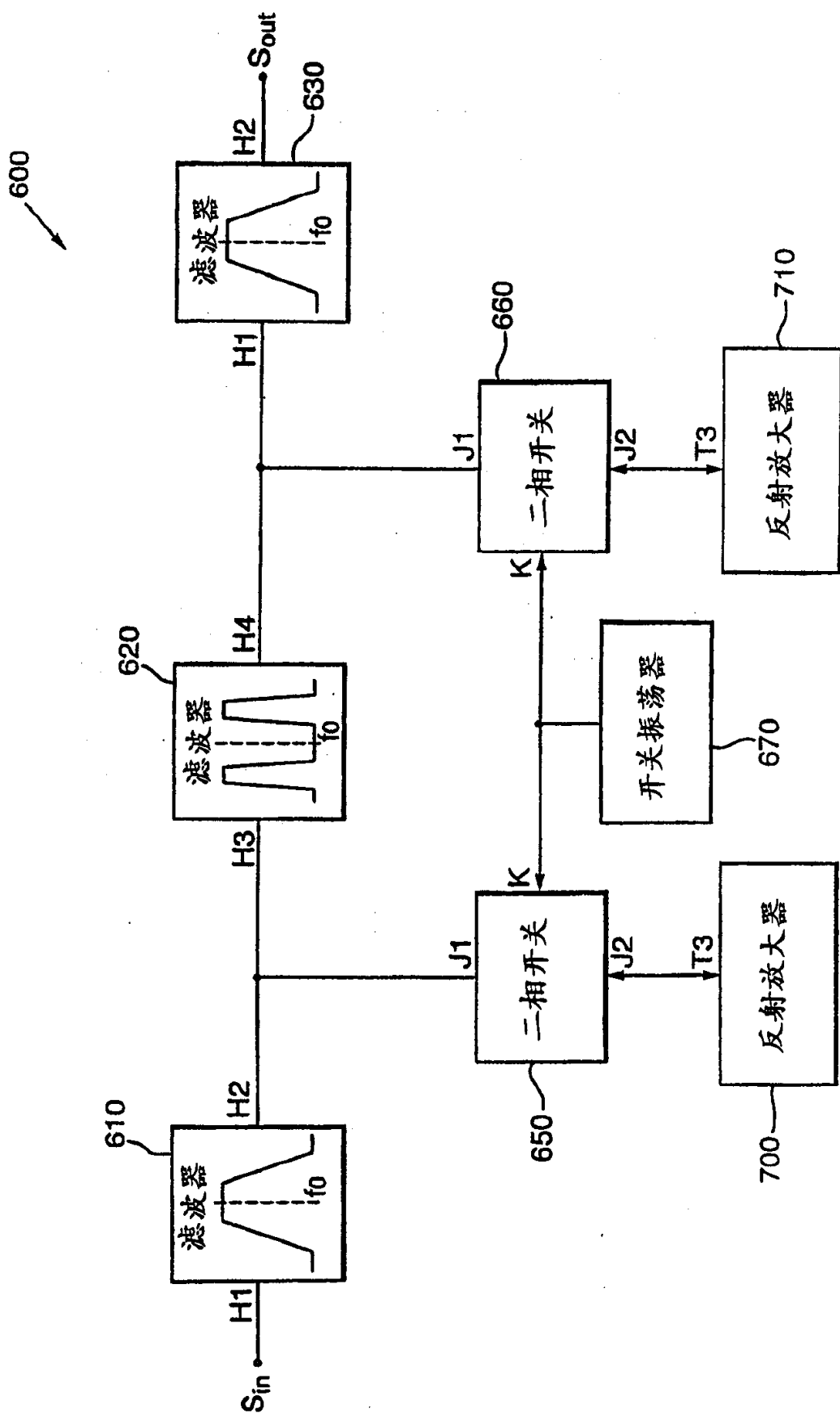
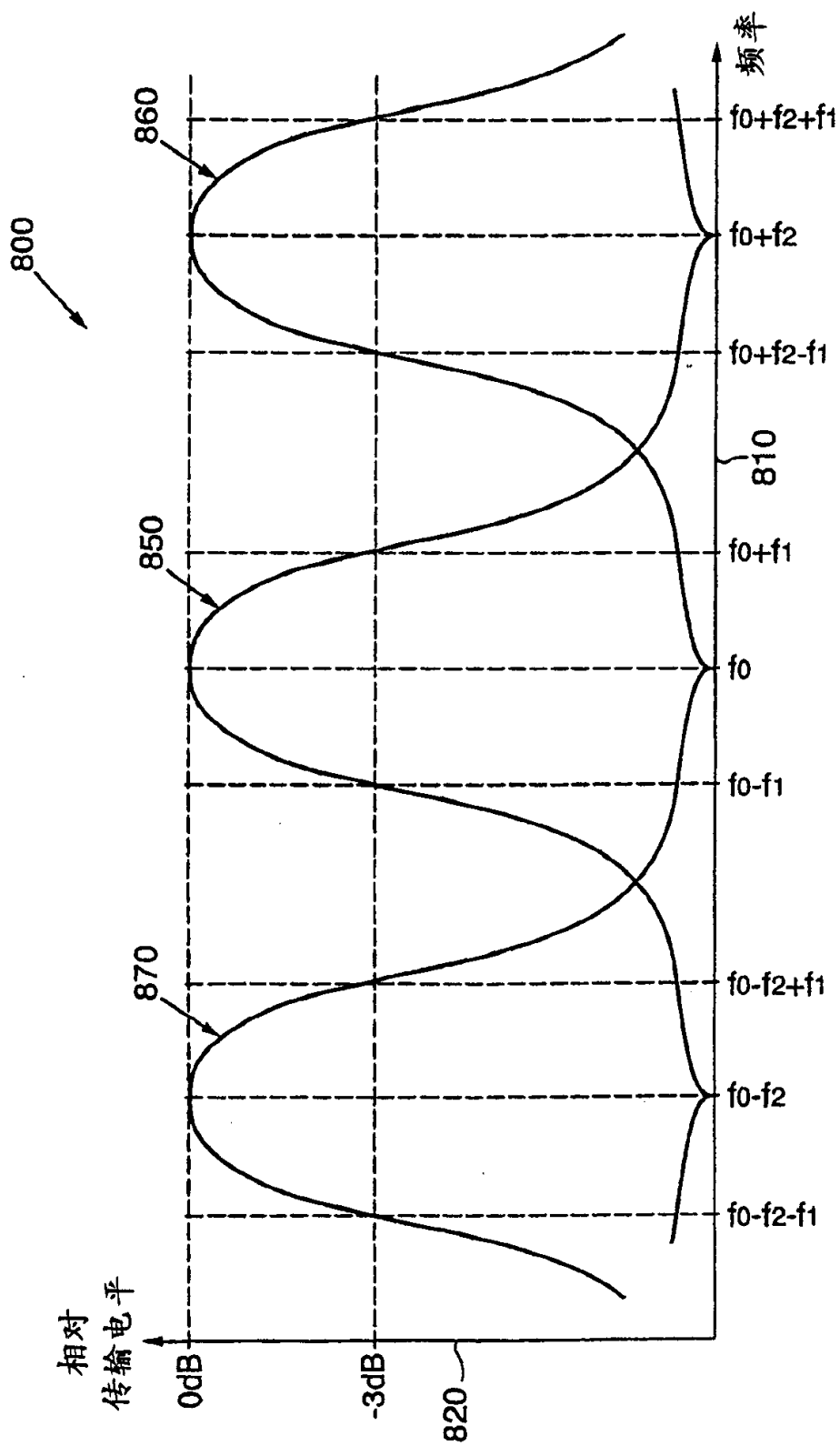


图 2



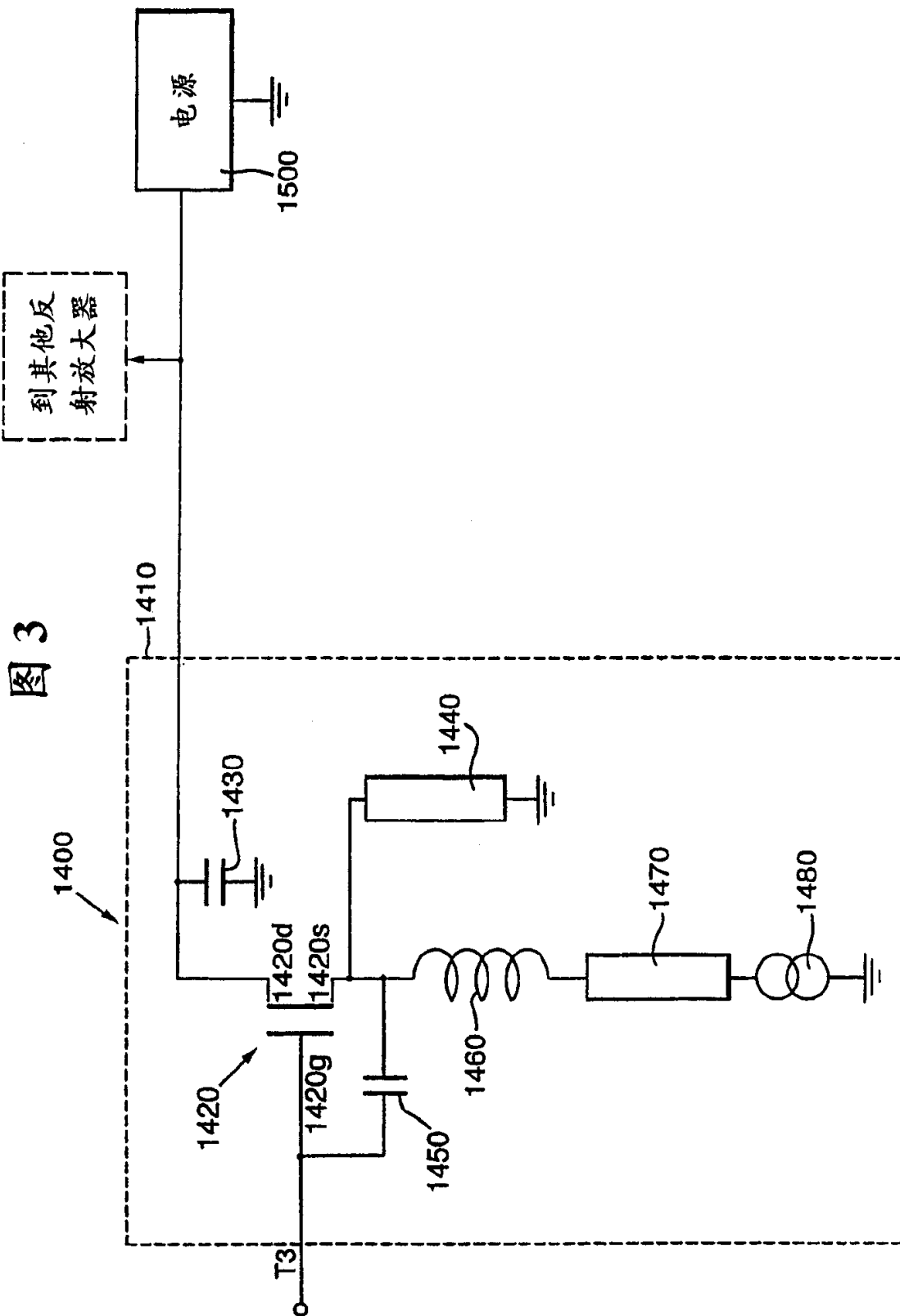


图 3