[19]中华人民共和国专利局

[11] 授权公告号 CN 1029899C

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93101253.8

[51]Int.Cl[6]

[45]授权公告日 1995 年 9 月 27 日

H03F 3/213

[24]颁证日 95.7.8

[21]申请号 93101253.8

[22]申请日 93.2.13

[30]优先权

[32]92.3.13 [33]US[31]07/850,615

[73]专利权人 莫托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

[72]发明人 戴尔·G·施文特

拉什德·M·奥斯曼

加里·M·克里斯蒂阿诺

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

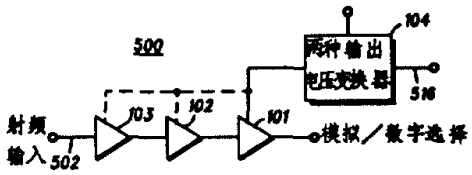
代理人 付 康

说明书页数: 附图页数:

[54]发明名称 高效率双模式功率放大器设备

[57]摘要

一种双模式功率放大器由数个经其集电极供电线路与一个电压变换器相连接的功率放大器所组成。模式选择线连到电压变换器以便选择数字或模拟模式。在数字模式中，电压变换器被关断使供电电压送到功率放大器的各集电极，这使功率放大器在数字传输条件下以最佳的线性工作。在模拟环境下，电压变换器工作并提供一个减小了的电压给功率放大器，使其在这种模式下以更高的效率工作。



权 利 要 求 书

1. 一种双模式功率放大器设备，该设备包括：

至少一个具有一个供电输入端、一个信号输入端和一个输出端的放大器，该放大器在其输出端产生一个信号，该信号具有耦合到信号输入端的输入信号的被放大的特性；其特征在于还包括：

一个具有一个模式选择输入端、一个电源输入端和一个输出端的开关电源，该开关电源在一个第一模式下关断，从而使电源输入端的信号传送到所述输出端；该开关电源在一个第二模式下工作，从而将一个预定电压提供至该开关电源的输出端；该第一和第二模式通过响应一个模式选择信号而得到选择，该模式选择信号连接到该模式选择输入端，开关电源输出端连接到所述供电输入端。

2. 权利要求 1 的双模式功率放大器设备，其特征在于：该第一模式为一个数字模式而该第二模式为一个模拟模式。

3. 权利要求 2 的双模式功率放大器设备，其特征在于：当选择模拟模式时，所述输入信号为恒定包络信号。

4. 权利要求 2 的双模式功率放大器设备，其特征在于：当选择数字模式时，所述输入信号为可变包络信号。

5. 一种无线电话，包括

一个调制器，用于产生一个用于传送的调制信号；

一个解调器，用于解调一个接收到的信号；

一个处理器，用于控制该无线电话；

一个双模式功率放大器设备，其与所述调制信号相连，该双模式功率放大器设备包括：

至少一个具有一个供电输入端、一个信号输入端和一个输出端的放大器，该放大器在其输出端产生一个信号，该信号具有耦合到所述信号输入端的输入信号的被放大的特性，其特征在于该双模式功率放大器设备还包括：

一个具有一个模式选择输入端、一个电源输入端和一个输出端的开关电源，该开关电源在一个第一模式下关断，从而使电源输入端的信号传到所述输出端；该开关电源在一个第二模式下工作，从而将一个预定电压提供至该开关电源的输出端；该第一和第二模式通过响应一个模式选择信号而得到选择，该模式选择信号连接到所述模式选择输入端，开关电源输出端连接到所述供电输入端。

说　　明　　书

高效率双模式功率放大器设备

一般来讲，本发明涉及放大器领域，具体来讲，是涉及双模式功率放大器。

与提供各种附加业务的要求相联系的蜂窝无线电话数量的迅速发展，促进了时分多址联接(*TDMA*)这种改进的传输技术的利用。*TDMA* 通过利用数字调制和话音编码技术增加了蜂窝系统的容量，从而胜过了当前的模拟系统。*TDMA* 传输是由多个时隙组成的。

一种 $\pi/4$ 差分正交相移键控($\pi/4DQPSK$)的线性调制技术用于通过信道发送数字信息。在美国数字蜂窝系统中利用线性调制提供了允许利用 48.6*kbps* 信道数据速率的频谱效率。$\pi/4DQPSK$ 根据葛莱(*gray*)编码，利用将公知的符号，即把连续比特对编码为四个相角($\pm\frac{\pi}{4}$、$\pm 3/4\pi$)之一来传送数据信息。这些相角而后再被差分编码产生一个八点的点阵。

设计为用于美国数字蜂窝系统的发射机要求工作在模拟与数字两种模式。数字模式利用 $\pi/4$ 相移的 *DQPSK* 调制，并且可以利用一种线性发射机来实现。模拟模式利用常规的频率调制，并且可以利用较高效率的非线性反射机。

由于各种类型的信号都必须放大，与恒定包络放大器相比，常规的线性放大器固有地是低效率的。恒定包络放大器所要求的输出信号在时间上仅为一个功率电平。因此，在该功率电平上对于峰值效率可以被优化。对于装置来说，这种优化是发生在某一个负载阻抗上，以至于，在设计的功率输出中，交流集电极电压幅度会接近，或甚至于超过直流供电电压。在这种状况下，放大器接近于，或实际上处于饱和，并具有最佳的效率。

线性放大器必须放大功率电平随时间变化的信号。而无论输入信号已被压缩过的幅度调制。在线性放大器中不允许饱和，否则将引起严重的包络失真。这种失真会丢失幅度信息和将发射的频谱扩展到邻近信道。该放大器电路必须这样工作，即在峰值功率输出，而放大器不处于饱和状态。而在峰值功率输出情况下，有可能优化好的效率，但是随着功率输出的下降效率也很快地下降了。

对于试图工作在线性和恒定包络两种模式的美国数字蜂窝无线电来说产生了一个问题。当与具有恒定包络放大器的当前的模拟无线电相比较时，在数字无线电中效率是非常低的。在线性模式中，对于峰功率输出效率是被优化的，但是这个信号的持续期将是很短的时间。由于这个原因，平均效率将低于峰功率效率。因为利用 *TDMA* 系统和发射机仅在 1/3 时间工作（仅每个第三时隙由无线通信所利用），所以对于数字蜂窝通信系统这不是一个严格的限制。甚至于在这种模式下平均效率差的情况下，与常规的模拟无线电系统比

较，发射电流也不会明显变坏(和或许好些)。

当这种无线电设备用于具有恒定包络信号的模拟呼收时，问题就出现了。此时发射机在讲话时间100%工作，并因为发射机工作在低于最佳功率输出3.2dB的一个平均功率上，所以效率是差 。在测试电路上的数据表示在12个百分点的范围内下降。这转换为发射电流的实质的增加。该增加的电流要求将实质上降低了无线电话正常使用的电池供电时间。从而存在着使一个放大器电路有效地工作在线性和恒定包络两种模式的需要。

本发明包含一种双模式功率放大器设备，该设备至少由一个放大装置所组成。该至少一个放大装置具有一个集电极供电输入端，一个信号输入端，和一个输出端。每个放大装置在输出端产生一个信号，该信号具有耦合到信号输入端的输入信号的已放大的特性。

该双模式功率放大器设备还包括电压变换装置，该装置具有一个模式选择输入端，一个电源输入端和一个输出端。该电压变换装置响应于第一控制信号在输出端产生一个第一电压和响应于第二控制信号在输出端产生一个第二电压。该第一和第二控制信号被耦合到该放大装置的模式选择输入端。该电压变换装置的输出端连接到该放大装置的集电极供电的输入端。

图1表示本发明的双模式功率放大器设备的优选实施例。

图2表示本发明的双模式功率放大器的另一个实施例。

图3表示本发明方法的流程图。

图 4 表示本发明的双模式功率放大器设备的再一个实施例。

图 5 表示按照本发明的典型无线电话的方框图。

双模式功率放大器设备在线性模式中线性地工作被用于数字蜂窝系统，同时恒定包络模式用于现存的模拟蜂窝系统。这种有效的工作是在无 *RF* 开关的情况下实现的。

本发明的优选实施例如图 1 所示 。该设备由末级功率放大器(101)和两个与 *RF* 输入信号(502)相连接的功率放大器驱动器(102—103)组成。功率放大器(101—103)与输出被放大的 *RF* 信号的末级功率放大器 (101)相串联连接 。用 于 该优选实施例的功率放大器(101—103)是 *Motorola* 公司制造的 *MHW927A*。

电压变换器(104)连接到各功率放大器级的集电极供电电源。电压变换器(104)必须是一种高效率电源，在本优选实施例中是一个开关电源。电压变换器(104)连接到在本优选实施例中是 12 .5*V* 的电压 *Vcc* 。电压变换器(104)能够从 *Vcc* 产生两个电压。产生哪个电压是由连接到变换器(104)的模 拟 / 数 字 模式选择线 (105)来选择的 。在这条线(105)上的逻辑高电平选择模拟模式及逻辑低电平选择数字模式 。在该优选实施例中 ，逻辑高电平是＋5*V* 和逻辑低电平是 0*V*。在现有技术中模拟模式也称为恒定包络模式和数字模式称为线性模式。

当选择数字模式时 ，电压变换器 (104)供给一个接近于 *Vcc* 的电压 V_1，在本优选实施例中为 12. 5*V*。这是功率放大器 (101—103)

的设计电压，并允许放大器(101—103)在其额定功率输出情况下提供其设计的线性值。对放大器(101— 103)提供的 12 .5V 是通过关断电压变换器(104)和导通允许全部 Vcc 以最小的损耗加到放大器的内部通过器件来实现的。该通过器件是一只晶体管，这样 Vcc 减去该晶体管两端的电压降等于加到功率放大器上的电压。

如果选模拟模式，电压变换器(104)工作和产生明显低于 Vcc 的预定电压 V_2 加到功率放大器 (101—103)。在本优选实施例中 ，这个电压是 8 .65V。在减小功率输出情况下，交流集电极电压的幅度与在较高供电电压 Vcc 放大器处于峰值线性功率输出一样，也将是接近直流供电电压的。因此，在模拟模式中效率仍然最佳。

在理想状态下，V_1 与 V_2 之间的关系是与峰值线性模式功率与恒定包络模式功率之间关系一样的。对于美国数字蜂窝系统而言，这个差为 3. 2dB，因此使 V_2 小于 $V_1$3. 2dB。但是，对于在理想状态的最佳性能而言，由于饱和和其他非理想因素的影响，V_1 与 V_2 之间的差要偏离理想状态。

为了说明本发明的双模式功率放大器设备的利用，首先假设该混合数字/模拟无线电话是工作在美国数字蜂窝系统中。该模式选择信号 (105)置于低电平以选数字模式。该模式关断开关电源(104)，因此允许将 12 .5V 的 Vcc 加到功率放大器(101—103)的集电极供电端。较高的集电极电压允许以其额定输出功率，在其线性度的设计值线性地工作。

当无线电话正工作在模拟蜂窝系统中，模式选择信号(105)是高电平，以选择该放大器设备的模拟模式。开关电源(104)工作，产生一个加到功率放大器(101—103)集电极的 8.65*V* 电压。在减小功率输出情况下因为所发射的信号是恒定包络信号，所以减小的集电极电压允许功率放大器(101—103)有效地工作在交流集电极电压接近于供电电压的状态。上述本发明的方法如图 3 的流程图所示。

本发明的另外一个实施例如图 2 所示。这个实施例由四级诸如 *Motorola MHW927A* 模块的功率放大器模块组成。对于后面两级(203)的偏置和前面两级(204)的偏置与供电是连接在一起的。后两级的集电极也是连接在一起的。这些集电极连接到产生两种电压的电压变换器(204)。电压变换器(204)是与优选实施例所描述的电压变换器(104)相同种类的。将要被放大的信号耦合到 *RF* 输入端(502)，并且 *RF* 输出端(202)是被放大的信号。如图 4 所更为详细说明的偏置选择电路(401)产生偏置电压 *Vbb*。

通过模拟/数字选择线(516)实现 *Vbb* 选择。通过将这条线置于低电位选择数字模式，晶体管(412)被关断，使得功率放大器末级(420)仅有二极管(411)两端的 0.70*V* 的偏置电压。现在该功率放大器工作在线性模式。当模拟/数字选择线(516)为高电平，晶体管(412)饱和，功率放大器末级(420)的偏置电压为晶体管(412)的 0.20*V* 饱和电压。晶体管(412)集电极支路上的电阻(410)选择的非常小，在优选实施例中为 0.1Ω，用于电流限制。功率放大器驱动器(421

—422)总具有作为偏置电压的 Vbb。

图 2 的实施例将用于说明由该双模式功率放大器提供的效率。所连接的偏置保持在 9.5V。后两级的集电极电压是在额定供电电压 12.5V 与低于 3.2dB 的 8.65V 之间改变。这种操作的结果说明在下列：

	数字平均值功率	数字峰值功率	模拟平均值功率
	Po=37.8dBm	Po=41.0dBm	Po=37.8dBm
	Vcc=12.5V	Vcc=12.5V	Vcc=8.65V
$Icc(A)$	1.49A	2.29A	1.59A
$Ib(mA)$	193mA	192mA	193mA
$\eta pa(\%)$	29.4%	41.4%	38.7%
系统效率(%)	28.8%	N/A	33.6%

系统效率是对于数字模式假设场效应晶体管(FET)通过器件的电阻为 0.2Ω 和对于模拟模式假设电压变换器效率为 85%计算的。对于功率放大器的效率计算可按下面公式确定：

$$\eta_{pa}=\frac{Po}{Vb\times Ib+Vcc\times Icc}$$

其中 Po 是输出功率。

系统效率是在 η_{pa} 表达式的分母加上电压变换器的消耗功率计算的。从上表可以看出，甚至在某些较高变换器损耗的情况下，这一

概念仍然相对于数字模式来说，改善效率4%。

图5说明本发明的典型无线发射机的方框图。以该功能方框图实施的实际电路可以安装在一块或多块电路板上和装在一个常规的无线电话机壳中。该无线发射机仅要求本发明的高效率双模式功率放大器设备(104)，通过提供一个装置操作放大器工作在线性模式或非线性模式。因此，对于频率调制信号和$\pi/4DQPSK$调制信号的有效放大是可能的，而同时，减小了电路的尺寸和成本。

送话器（54）将话音信号变换为电的信息信号（56和58）。当在类似的常规蜂窝无线电话系统中，在线(56)上提供的信息信号被利用，通过无线电话设备产生一个频率调制信号。当在离散的数字系统中，将由无线电话机利用在线(58)上提供的信息信号产生由已调编码信号形成的一种复合已调信息信号。

在线（56）上产生的信息信号被提供给电压控制振荡器(60)，在该振荡器中信息信号与某个频率的振荡信号相组合。由电压控制振荡器(60)产生的已频率调制的信息信号(62)送到调制器(64)。当无线电话机发射频率调制信息信号时，调制器(64)不改变该已频率调制信息信号（62），而是"通过"(*Passes—through*)该频率调制信息信号。振荡器（60）和调制器（64）可以共同组成混合调制设备(68)。

信息信号(58)被送到声码器(72)，在声码器中，模拟信号被数字化和被按照某种编码方案编码，并产生一种离散的编码信号（76），

该编码信号而后被送到调制器(74)。调制器(64)调制该离散的编码信号(76)为预定频率的复合已调信息信号。

由按照频率调制技术或复合调制技术调制的已调信息信号被送到混频器(80)。混频器(80)将这一信号与一个由合成器(90)产生并送到混频器(80)的偏移传输频率载波(*offset tranemission frequence carrier wave*)相混频。混频器(80)将已调信息信号与载波(92)相混频。而后,混频器(80)根据由合成器(90和60)振荡频率确定的载波频率的载波产生一个已调信息信号(96)。

已调信息信号(96)被耦合到滤波器(540),该滤波器构成中心频率约为或接近发射波载波的通带。这个滤波器(54)产生含有已调信息信号的已滤波信号(502),该信号被耦合到本发明的功率放大器(500)。功率放大器(500)将已调信息信号放大到足以通过天线(506)发送的功率电平。在被放大的信号发送之前,如所表示的那样,该被放大的信号可以由另外的滤波器(507)滤波,该滤波器例如可以构成一个双工器的一部分。该滤波器(507)被插入配置在功率放大器(500)与天线(506)之间。

处理器(508)提供控制信号(510、512、514和515),以分别控制振荡器(60)、声码器(72)、调制器(64)、和合成器(90)的操作,从而控制由送话器(54)产生的信息信号的调制。

处理器(508)控制由送话器(54)产生的信息信号是被振荡器(60)调制形成频率调制的信息信号,还是按照一种离散编码方案被

声码器 (72)编码和被调制器(64)调制，形成复合已调信息信号。

在优选实施例中，当送到放大器(500)上的已调信号是频率调制或复合调制信息信号时，处理器(508)提供模拟/数字选择信号(516)给放大器(500)，使放大器(500)工作在线性模式或者非线性模式。当 $\pi/4DQPSK$ 已调信号将被发射时，启动线性模式；而当 *FM* 信号将被发射时，启动非线性模式。

图 5 还说明由于传送到天线(506)的信号的无线电话设备的接收电路。传送到天线 (506)的信号被送到滤波器(517)，该滤波器使所要求的频率的信号通过，而到达混频器(518)。该混频器(518)接收来自合成器(90)的振荡信号(519)，和产生一个送给解调器(520)的混频信号。解调器 (520) 将被解调的电的信息信号送到扬声器(521)。处理器(508)可以送一个信号(520*A*)到解调器(520)控制其操作。扬声器(521)变换电的信息信号为可闻性信号。

图 1

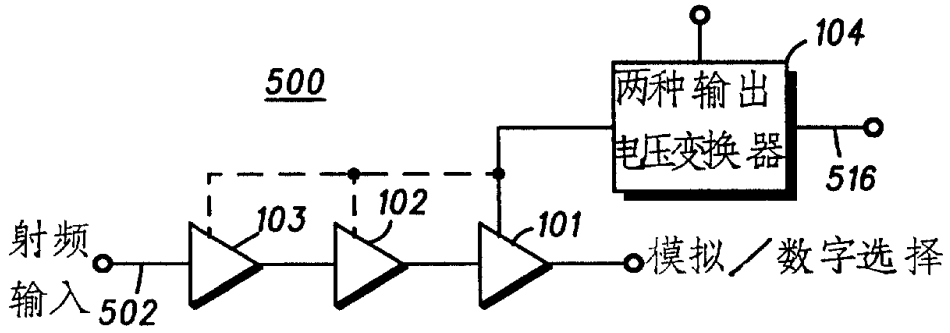

500
104
两种输出
电压变换器
516
射频
输入
502
103
102
101
模拟／数字选择

图 2

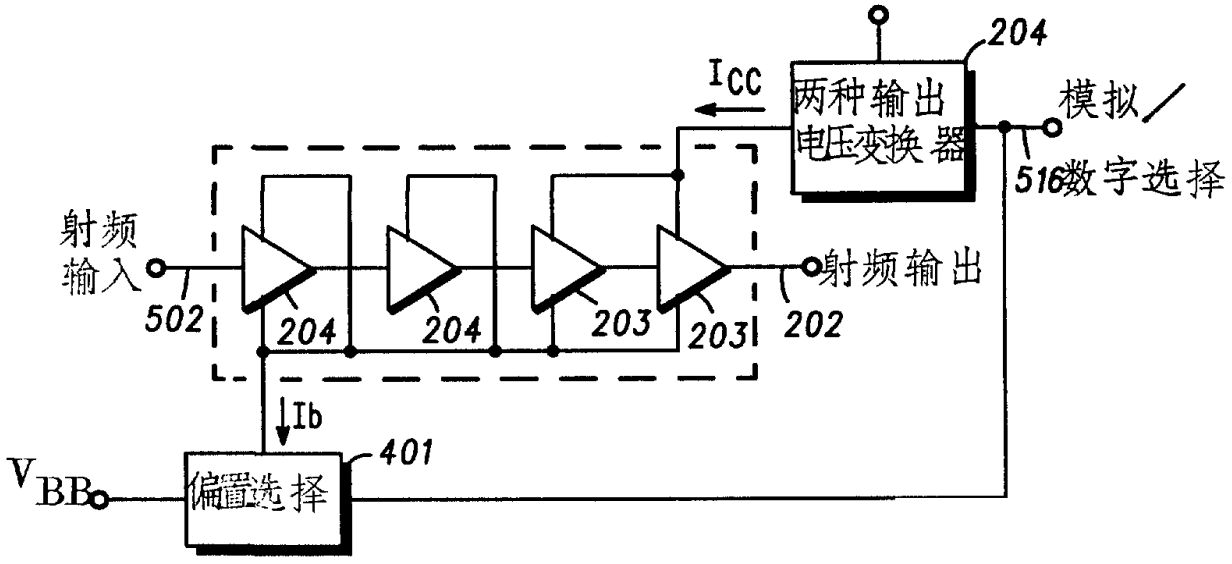

204
I_{CC}
两种输出
电压变换器
模拟／
516数字选择
射频
输入
502
204
204
203
203
202
射频输出
Ib
401
V_{BB}
偏置选择

图 3

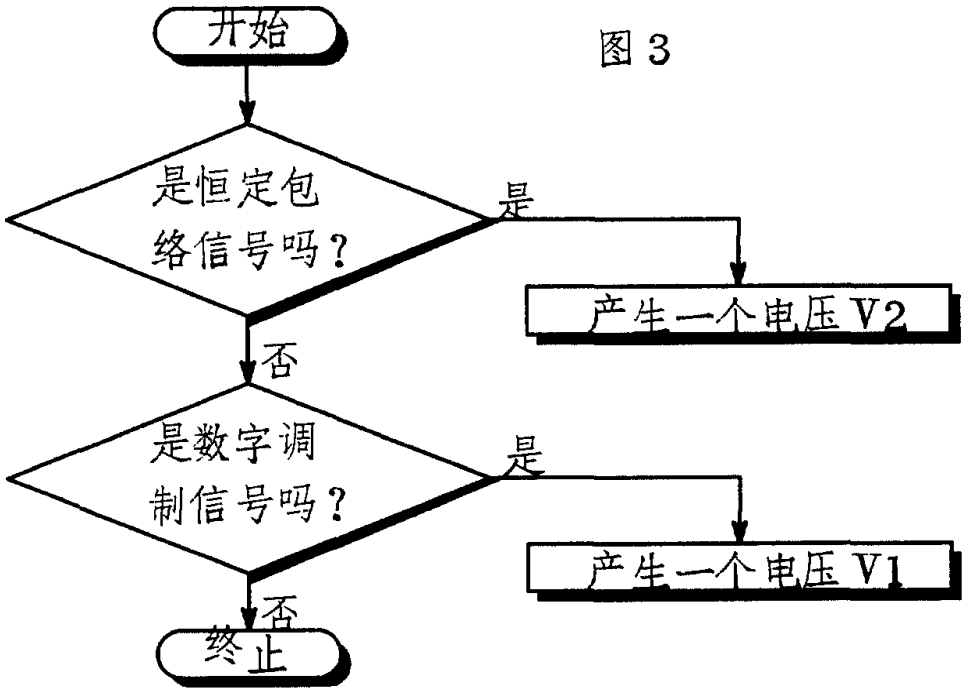

开始
是恒定包络信号吗？
是
产生一个电压 V2
否
是数字调制信号吗？
是
产生一个电压 V1
否
终止

图 4

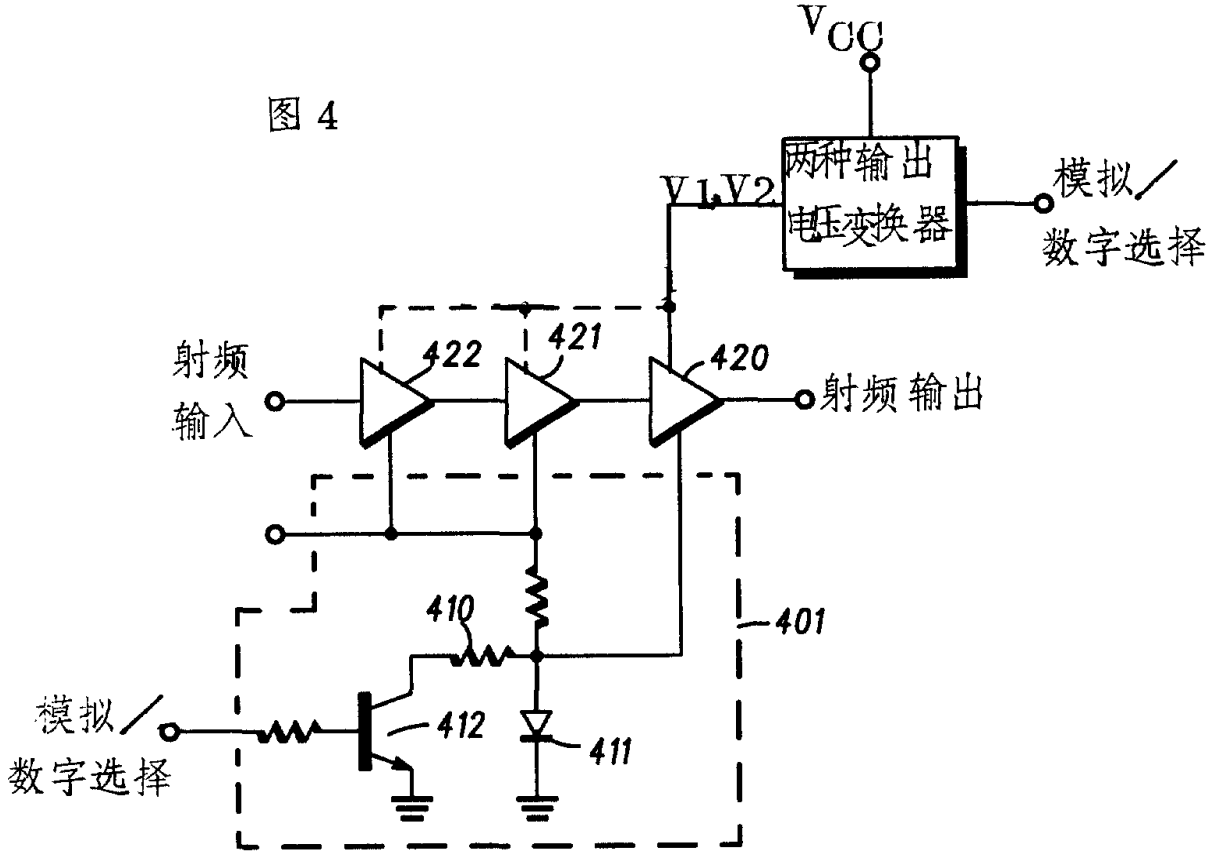
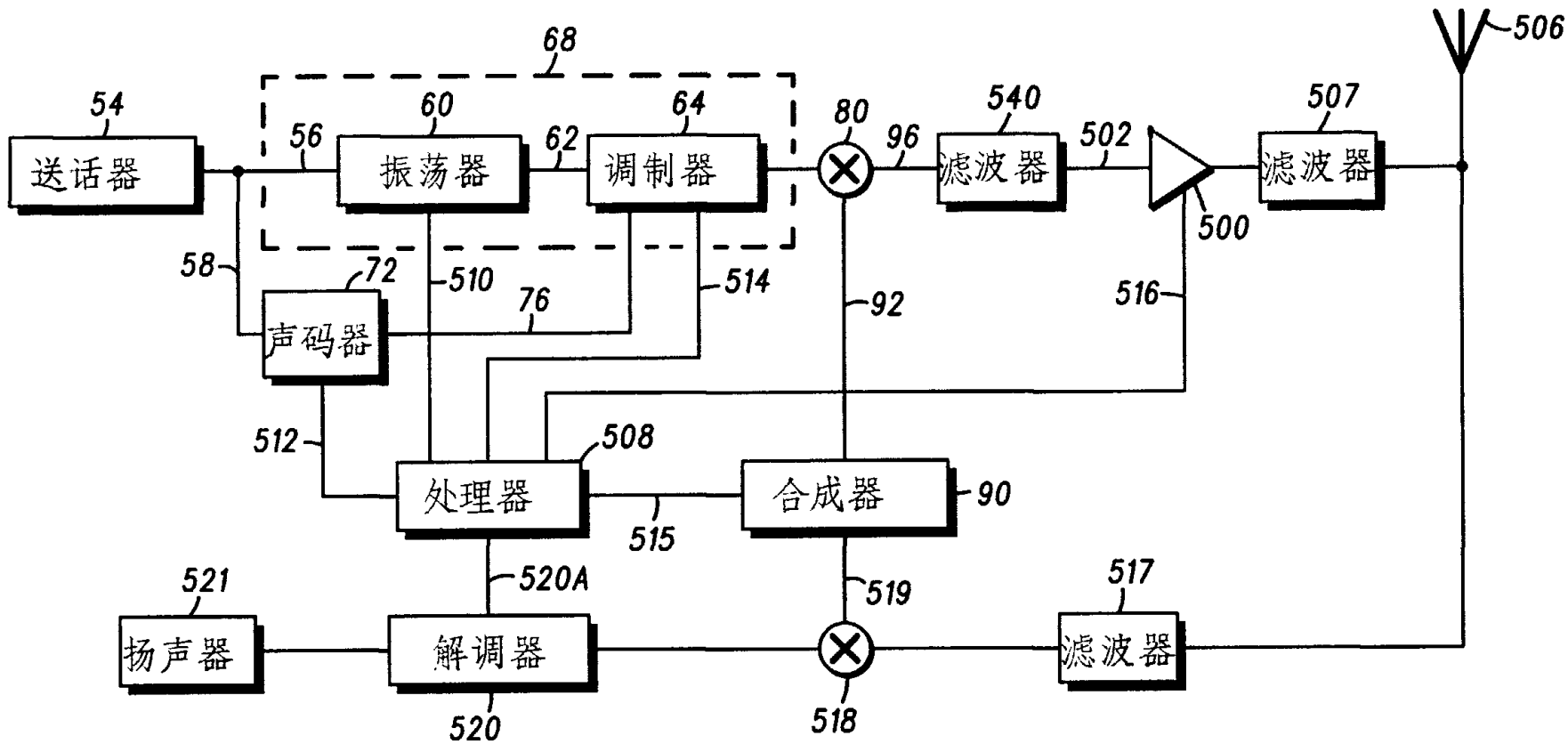

V_{CC}
两种输出电压变换器
V1,V2
模拟/数字选择
射频输入
422
421
420
射频输出
410
401
模拟/数字选择
412
411

图 5



送话器
54
56
振荡器
60
62
调制器
64
68
58
声码器
72
510
76
514
80
96
92
滤波器
540
502
500
滤波器
507
506
516
512
处理器
508
515
合成器
90
520A
521
扬声器
解调器
520
519
518
滤波器
517