

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02807521.8

H03D 3/24 (2006.01)
H04L 27/06 (2006.01)
H04L 25/49 (2006.01)
H03L 7/00 (2006.01)
H03L 7/06 (2006.01)
H04B 1/18 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100442655C

[51] Int. Cl. (续)

H04B 1/06 (2006.01)

H04B 1/26 (2006.01)

[22] 申请日 2002.3.25 [21] 申请号 02807521.8

[30] 优先权

[32] 2001. 3.30 [33] US [31] 09/823,316

[86] 国际申请 PCT/US2002/009243 2002. 3. 25

[87] 国际公布 WO2002/080351 英 2002. 10. 10

[85] 进入国家阶段日期 2003. 9. 28

[73] 专利权人 天工方案公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 莫腾·达姆高 威廉·J·多米诺

拉胡尔·马贡 阿廖沙·C·莫尔纳

杰夫·佐昌

[56] 参考文献

W00067325A1 2000. 11. 9

W00042585A1 2000. 7. 20

CN1154018A 1997. 7. 9

审查员 尹剑峰

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 夏青

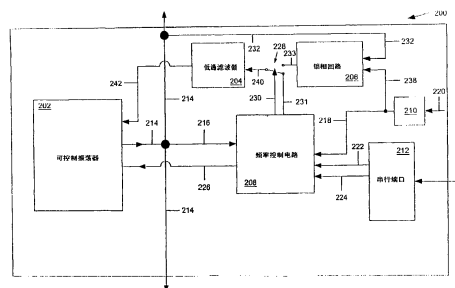
权利要求书 5 页 说明书 20 页 附图 11 页

[54] 发明名称

用于控制电路中频率的系统和方法

[57] 摘要

提供用于控制电路中频率的系统。一个这样的系统包括可控制振荡器(202)和频率控制电路(208)。可控制振荡器(202)被配置以产生有预定频率的输出信号。可控制振荡器(202)还被配置具有由频率控制电路(208)控制的多个工作状态。可控制振荡器(202)的每个工作状态限定可控制振荡器(202)输出信号的特定频率。频率控制电路(208)接收可控制振荡器(202)的输出信号,并确定最接近预定频率的输出信号的特定频率。频率控制电路(208)也可以提供控制信号给可控制振荡器(202),该信号被配置以改变可控制振荡器(202)为对应于最接近预定频率的特定频率的工作状态。



1、一种频率合成器电路，包括：

可控制振荡器，被配置以产生具有—预定频率的输出信号，该可控制振荡器具有响应多个控制信号的多个工作状态，所述多个工作状态之每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率；和

频率控制电路，与该可控制振荡器连通，频率控制电路被配置以确定最接近该预定频率的输出信号的特定频率，并提供多个控制信号，所述多个控制信号被设定以改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率之特定频率的工作状态，

其中，该频率控制电路包括频率检测器，被配置以确定该输出信号的频率，和比较器，被配置以比较该输出信号的频率和该预定频率；及

其中该频率控制电路被进一步配置以确定对应于多个工作状态的输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率。

2、权利要求 1 的电路，其中，该可控制振荡器包括可以由多个控制信号接通的多个并联电容器，所述多个并联电容器限定该可控制振荡器的多个工作状态。

3、权利要求 1 的电路，其中，该频率控制电路被进一步配置以执行对分检索算法，以确定对应多个工作状态的输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率。

4、权利要求 1 的电路，其中，该频率控制电路包括：

程序计数器，被配置以产生基于该预定频率的定时信号，该定时信号具有多个时钟脉冲；

该频率检测器还被配置以接收该定时信号，和响应所述多个时钟脉冲的每一个，以产生第一数字字，该第一数字字对应于该可控制振荡器的输出信号的当前频率；

数字解码器，被配置以接收信息，该信息与该可控制振荡器输出信号的预定频率有关，并产生对应于该预定频率的第二数字字；及

该比较器还被配置作为数字比较器以将第一数字字与第二数字字相比较；

其中该频率控制电路被进一步配置以接收该定时信号，和响应多个时钟脉冲的每一个，基于第一数字字与第二数字字的比较，以产生多个控制信号。

5、一种通信装置，用于一通信系统中，包括：

收发器，被配置以一信道频率经由通信信道与该通信系统进行通信；和

频率合成器，被配置以选择该通信信道，该频率合成器包括：

可控制振荡器，被配置以产生具有对应于该信道频率的一预定频率的输出信号，该可控制振荡器具有响应多个控制信号的多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率；和

频率控制电路，与该可控制振荡器连通，该频率控制电路被配置以确定最接近该预定频率的输出信号的特定频率，并提供多个控制信号，所述多个控制信号被设定以改变该可控制振荡器为对应于最接近预定频率的特定频率的工作状态，

其中，该频率控制电路包括频率检测器，被配置以确定该输出信号的频率，和比较器，被配置以比较该输出信号的频率和该预定频率；及

其中该频率控制电路被进一步配置以确定对应于多个工作状态的输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率。

6、一种可控制振荡器的输出信号的频率的控制方法，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率，该方法包括：

接收与一预定频率有关的信息；

根据该预定频率生成定时信号，该定时信号具有多个时钟脉冲；
响应于该多个时钟脉冲中的每一个，生成对应于该可控制振荡器的输出信号的当前频率的第一数字字；

生成对应于该预定频率的第二数字字；

比较该第一数字字和第二数字字；

确定该可控制振荡器的输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率；和

产生一控制信号，该控制信号被配置以改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率的特定频率的工作状态。

7、权利要求 6 的方法，更进一步包括改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率的特定频率的工作状态。

8、权利要求 7 的方法，其中，改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率的特定频率的工作状态的步骤包括以预定方式配置多个并联电容器。

9、一种可控制振荡器的输出信号的频率的控制方法，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器输出信号的特定频率，该方法包括：

接收与一预定频率有关的信息；

确定该可控制振荡器的输出信号的当前频率，该当前频率对应于一当前工作状态；

比较该预定频率与该当前频率；

基于该预定频率与该当前频率的比较，选取两个接下来的工作状态之一，所选取的接下来的工作状态具有更接近该预定频率的特定频率。

10、权利要求 9 的方法，更进一步包括产生一控制信号，该控制信号被配置以改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态。

11、权利要求 10 的方法，更进一步包括改变该可控制振荡器为所选取的工作状态。

12、权利要求 11 的方法，其中，改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态包括以预定方式配置多个并联电容器。

13、权利要求 11 的方法，更进一步包括重复所述确定该可控制振荡器输出信号的当前频率、比较该当前频率和预定频率、选取两个接下来的工作状态之一、产生被配置以改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态的控制信号、以及改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态之步骤。

14、一种可控制振荡器的输出信号的频率控制系统，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的一特定频率，该系统包括：

接收装置，用于接收与一预定频率有关的信息；

根据该预定频率生成定时信号的装置，该定时信号具有多个时钟脉冲；

响应于该多个时钟脉冲中的每一个，生成对应于该可控制振荡器的输出信号的当前频率的第一数字字的装置；

生成对应于该预定频率的第二数字字的装置；

比较该第一数字字和第二数字字的装置；

确定装置，用于确定该可控制振荡器输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率，和

信号产生装置，用于产生一控制信号，该信号被配置以改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率的特定频率的工作状态。

15、权利要求 14 的系统，其中，该确定装置采用对分检索算法。

16、权利要求 15 的系统，更进一步包括用于改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率的特定频率的工作状态的装置。

17、权利要求 16 的系统，其中，改变该可控制振荡器为对应于

最接近该预定频率的特定频率的工作状态的装置包括多个以预定方式配置的并联电容器。

18、一种可控制振荡器的输出信号的频率控制系统，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率，该系统包括：

接收装置，用于接收与一预定频率有关的信息；

确定装置，用于确定该可控制振荡器的输出信号的当前频率，该当前频率对应当前工作状态；

比较装置，用于比较该预定频率和该当前频率；

选择装置，用于基于该预定频率和该当前频率的比较，选取两个接下来的工作状态之一，所选取的接下来的工作状态具有更接近该预定频率的特定频率。

19、权利要求 18 的系统，更进一步包括控制信号产生装置，控制信号被配置以改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态。

20、权利要求 19 的系统，更进一步包括改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态的装置。

21、权利要求 20 的系统，其中，所述改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态的装置包括多个以预定方式配置的并联电容器。

22、权利要求 20 的系统，其被更进一步配置以重复所述确定该可控制振荡器输出信号的当前频率、比较该预定频率与该当前频率、选取两个接下来的工作状态之一、产生被配置以改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态的的控制信号、以及改变该可控制振荡器为所选取的接下来的工作状态。

用于控制电路中频率的系统和方法

技术领域

本发明概括地涉及频率合成器，特别涉及用于控制振荡器的频率和振幅的系统和方法。

背景技术

频率合成器通常用于各种类型的通信系统和通信技术中所用的通信收发机，例如，射频通信系统。典型的是，这种频率合成器使用一锁相回路以精确控制电压控制振荡器（VCO）的输出信号的频率。该频率合成器典型地由 VCO、低通滤波器、锁相回路组成。该 VCO 产生带特殊频率的输出信号。锁相回路里的相位检测器收到该输出信号并将输出信号与参考频率相比较。根据输出信号与参考频率的比较，锁相回路产生控制信号，其被提供给低通滤波器，然后提供给 VCO。该控制信号一般被 VCO 中的可变电容器（被称作可变电抗器）收到。该控制信号调谐该可变电容器，从而改变 VCO 的输出信号的频率。

通常，这种频率合成器在输出信号的频率范围有限的情况下是有效的。然而，当 VCO 输出信号的频率需要在宽频率范围上变化时，这种频率合成器有很大的问题。例如，在频率合成器用于无线宽带和有线宽带通信系统，或用于多频带装置和多模装置中的情况，可变电抗器有限的调谐范围阻止 VCO 的有效调谐，并因此阻止有效的信道选择。在大的制作过程变化、温度变化、或其它变化要求可控制振荡器的输出在宽频率范围内进行变化的情况下，可变电抗器有限的调整范围也可能是问题的。另外，有宽调整范围的可变电抗器同样有问题，

因为事实上它们对来自锁相回路的控制线上的噪声和干扰非常敏感。而且,宽调整可变电抗器的非线性特征在频率合成器中的回路滤波器的设计中有问题。因而,需要在行业中解决这些缺陷和不足。

发明内容

本发明提供一种系统用于控制频率合成器中的可控制振荡器的输出信号的频率。

根据本发明的一方面,提供了一种频率合成器电路,包括:可控制振荡器,被配置以产生具有—预定频率的输出信号,该可控制振荡器具有响应多个控制信号的多个工作状态,所述多个工作状态之每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率;和频率控制电路,与该可控制振荡器连通,频率控制电路被配置以确定最接近该预定频率的输出信号的特定频率,并提供多个控制信号,所述多个控制信号被设定以改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率之特定频率的工作状态,其中,该频率控制电路包括频率检测器,被配置以确定该输出信号的频率,和比较器,被配置以比较该输出信号的频率和该预定频率;及其中该频率控制电路被进一步配置以确定对应于多个工作状态的输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率。

根据本发明的另一方面,提供了一种通信装置,用于—通信系统中,包括:收发器,被配置以—信道频率经由通信信道与该通信系统进行通信;和频率合成器,被配置以选择该通信信道,该频率合成器包括:可控制振荡器,被配置以产生具有对应于该信道频率的一预定频率的输出信号,该可控制振荡器具有响应多个控制信号的多个工作状态,所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率;和频率控制电路,与该可控制振荡器连通,该频率控制电路被配置以确定最接近该预定频率的输出信号的特定频率,并提

供多个控制信号，所述多个控制信号被设定以改变该可控制振荡器为对应于最接近预定频率的特定频率的工作状态，其中，该频率控制电路包括频率检测器，被配置以确定该输出信号的频率，和比较器，被配置以比较该输出信号的频率和该预定频率；及其中该频率控制电路被进一步配置以确定对应于多个工作状态的输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率。

根据本发明的再另一方面，提供了一种可控制振荡器的输出信号的频率的控制方法，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率，该方法包括：接收与一预定频率有关的信息；根据该预定频率生成定时信号，该定时信号具有多个时钟脉冲；响应于各该多个时钟脉冲，生成对应于该可控制振荡器的输出信号的当前频率的第一数字字；生成对应于该预定频率的第二数字字；比较该第一数字字和第二数字字；确定该可控制振荡器的输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率；和产生一控制信号，该控制信号被配置以改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率的特定频率的工作状态。

根据本发明的再另一方面，提供了一种可控制振荡器的输出信号的频率的控制方法，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器输出信号的特定频率，该方法包括：接收与一预定频率有关的信息；确定该可控制振荡器的输出信号的当前频率，该当前频率对应于一当前工作状态；比较该预定频率与该当前频率；基于该预定频率与该当前频率的比较，选取两个接下来的工作状态之一，所选取的接下来的工作状态具有更接近该预定频率的特定频率。

根据本发明的再另一方面，提供了一种可控制振荡器的输出信号的频率控制系统，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的一特定频率，该系

统包括：接收装置，用于接收与一预定频率有关的信息；根据该预定频率生成定时信号的装置，该定时信号具有多个时钟脉冲；响应于各该多个时钟脉冲，生成对应于该可控制振荡器的输出信号的当前频率的第一数字字的装置；生成对应于该预定频率的第二数字字的装置；比较该第一数字字和第二数字字的装置；确定装置，用于确定该可控制振荡器输出信号的多个特定频率中哪一个最接近该预定频率，和信号产生装置，用于产生一控制信号，该信号被配置以改变该可控制振荡器为对应于最接近该预定频率的特定频率的工作状态。

根据本发明的再另一方面，提供了一种可控制振荡器的输出信号的频率控制系统，该可控制振荡器有多个工作状态，所述多个工作状态的每一个状态限定该可控制振荡器的输出信号的特定频率，该系统包括：接收装置，用于接收与一预定频率有关的信息；确定装置，用于确定该可控制振荡器的输出信号的当前频率，该当前频率对应当前工作状态；比较装置，用于比较该预定频率和该当前频率；选择装置，用于基于该预定频率和该当前频率的比较，选取两个接下来的工作状态之一，选取的接下来的工作状态具有更接近该预定频率的特定频率。

根据以下结合附图的详细描述，本领域技术人员将更清楚地理解本发明的其它系统、方法、特征和优势。所有这些附加的系统、方法、特征和优点都应包括在该说明书中，落入本发明的范围内，并由所附权利要求保护。

附图说明

图中的部件不必按比例绘制，而是着重示意性描述本发明的原理。在图中，在各附图中同样的附图标记表示相应的部件。

图1示出一通信设备的框图，本发明的系统和方法可以实现在该设备中。

图 2 是图 1 的频率合成器的若干实施例之一的框图。

图 3 是一流程图，示出图 2 的频率控制电路的若干实施例之一的体系结构和操作，其用于控制可控制振荡器的输出信号的频率。

图 4 是图 2 的可控制振荡器的若干实施例之一的框图，用于实现多个工作状态和输出信号的对应特定频率，它们由图 2 的频率控制电路控制。

图 5 是图 2 的频率控制电路的若干实施例之一的框图，用于控制可控制振荡器的输出信号的频率。

图 6 是一流程图，示出图 5 的频率控制电路的体系结构和操作。

图 7 是图 5 和图 6 的双态搜索模块的双态图。

图 8 是图 1 的频率合成器的若干实施例的另一个的框图。

图 9 是一流程图，示出图 8 的振幅控制电路的若干实施例之一的体系结构和操作，用于维持可控制振荡器的输出信号的振幅。

图 10 是图 8 的可控制振荡器的若干实施例之一的框图，用于实现多个工作状态和输出信号的对应特定振幅，它们受图 8 的振幅控制电路的控制。

图 11 示出图 8 的振幅控制电路的若干实施例之一的框图，用于维持图 8 的可控制振荡器的输出信号的振幅。

具体实施方式

系统概况

图 1 示出通信设备 100 的框图，根据本发明的系统和方法的频率合成器 112 可以实现在该设备。通信设备 100 可用于与若干通信系统的任一个进行通信；例如，无线通信系统、光纤通信系统、任何其它已知的和未来的宽带通信系统，或任何其它类型的通信系统。在通信设备 100 是无线装置的情况下，通信设备 100 可以与若干无线通信系统之任一个通信，其通信可以基于下列技术之任一种：先进移动电话

业务 (AMPS)、全球移动通信系统 (GSM)、数字先进移动电话业务 (D-AMPS)、日本移动通信系统 (MCS)、斯堪的纳维亚北欧移动电话 (系统) (NMT)、全英通路通信系统 (TACS)。此外, 可以使用不同的调制和接入方法; 例如, 码分多址 (CDMA)、包括 CDMA 2000、时分多址 (TDMA)、宽带 CDMA (WCDMA)、个人通信网络 (PCN)、综合发送增强网 (IDEN)、个人通信服务 (PCS)、蜂窝数字分组数据 (CDPD)、通用分组无线服务 (GPRS)、无线应用协议 (WAP)、专用移动无线电 (SMR)、第二代 (2G) 系统、第三代 (3G) 系统、或类似的前驱站或后继站系统、或支持声音和 (或) 数据通信的任何其它无线电通信系统。通信设备 100 也可以是多频带通信设备, 其可以与多个无线通信系统通信。

通信设备 100 包含天线 102、双工滤波器 104、低噪音放大器 106、带通滤波器 108、接收混频器 110、频率合成器 112、处理器 114、发送混频器 116、带通滤波器 118、功率放大器 120、扬声器 122、和麦克风 124。市场上可购买的处理器的例子包括 (但不仅限于) ARM 处理器, 例如, ARM 7 或 ARM 9 处理器, 由 LSI Logic 提供的 ZSP Core, 和由 DSP Group 提供的 Teak 处理器。本领域公知的是, 通信设备 100 可以包括多个其它构件的任一种。例如, 通信设备 100 可以包括存储模块, 如, 随机存取存储器 (RAM)、闪存、非易失性随机存储器 (NVRAM)、或所有其它公知类型的存储器件。通信设备 100 也可包括用户接口, 用于执行一般与各种类型的通信设备一起实现的若干功能, 例如, 蜂窝式电话、个人数字助理 (PDA)、寻呼机, 或任何其它期望的功能。

通信设备 100 在操作中接收和传输宽带信号, 例如, 经由天线 102 接收来自通信系统的射频信号, 和发送射频信号至通信系统。在接收方向, 从通信系统到通信设备 100, 由通信设备 100 经由天线 102 接收的宽带信号被传送到双工滤波器 104, 双工滤波器 104 接收来自

通信系统的信号，并经由线路 126 传送这些信号到放大器 106；放大器 106 经由线路 128 提供放大信号给带通滤波器 108，带通滤波器 108 传递与通信系统有关的频率范围内的频率，通信设备 100 利用通信系统经由线路 130 与混频器 110 连接，该范围以外的频率被衰减。混频器 110 接收经由线路 132 来自频率合成器 112 的信号，将该信号与经由线路 130 接收的信号混合，和经由线路 134 提供信号给处理器 114；处理器 114 处理经由线路 134 接收的信号，其中该信号是音频信号，可以提供所得到的信号给扬声器 122。在其它的实施例中，通信设备 100 支持数据通信，处理器 114 可以提供数据信号给用户接口，例如，液晶显示器或其它显示装置。

虽然处理器 114 在图 1 中以单个元件表示，如本领域公知的一样，例如，处理器 114 可以包含基带处理器、集成模拟 (IA) 集成电路 (IC)、功率管理 IC (PMIC)。基带处理器处理所有通信和用户接口功能。基带处理器可以被集成在单个小片上并可以以多种方式嵌入，例如，在 128 管脚薄四心线扁平封装 (TQFP) 中或 160 管脚 12×12 毫米芯片数组球形网格阵列 (CABGA) 中。IAIC 执行通信设备 100 必需的所有信号转换功能。IAIC 可以是高集成混频信号器件，它管理所有在基带处理器和通信设备 100 的其它部件之间的定时和接合。IAIC 可以被嵌入，例如，100 管脚 TQFP 或 100 管脚 10×10 毫米 CABGA。PMIC 执行所有功率提供功能。PMIC 也可以支持用户识别模块 (SIM)，和通过使用可编程序开关调整器，PMIC 可以与电池化学无关。例如 PMIC 可以被嵌入 48 管脚 TQFP。

在发射方向，从通信设备 100 到通信系统，由麦克风 124 发出的声音信号由处理器 114 处理和经由线路 136 提供给混频器 116。如上所述，通信设备 100 可以支持数据通信，在此情况下，处理器 114 处理数据信号和提供所得到的信号给混频器 116；混频器 116 经由线路 138 接收来自频率合成器 112 的信号，将该信号与来自处理器 114 经

由线路 136 接收的信号混频；和经由线路 140 提供信号给带通滤波器 118。与带通滤波器 108 类似，滤波器 118 提供与通信系统有关的频率范围内的频率，通信设备 100 利用通信系统经由线路 142 与放大器 120 连通，该范围以外的频率衰减。放大信号经由线路 144 被提供给双工滤波器 104，然后通过天线 102 被提供给通信系统。

频率控制电路

图 2 示出图 1 的频率合成器 112 的若干实施例之一的框图。频率合成器 112 可以包括可控制振荡器 202、低通滤波器 204、锁相回路 206、频率控制电路 208、R-分频器电路 210、和串行端口 212。

频率合成器 112 可以被实现在硬件、软件、固件或其组合中。在一些实施例中，频率合成器可以实现在软件或固件中，其被存储在存储器内并由处理器或任何其它适当的指令执行系统来执行。如在其它实施例中，在实现在硬件中的情况下，频率合成器 112 可以用以下技术的任一种或组合来实现，这些技术在本领域中是众所周知的：带逻辑门的离散逻辑电路，用于根据数据信号实现逻辑功能；带适当的组合逻辑门的专用集成电路（ASIC），可编程门阵列（PGA），现场可编程门阵列（FDGA）等等。

可控制振荡器 202 可以是电压控制振荡器（VCO）。在可选的实施例中，可控制振荡器 202 可以是任何类型的振荡器，且不必是电压控制的。如以下所述，频率合成器 112 的重要方面是可控制振荡器 202 被配置具有多个工作状态，其中各个工作状态对应于可控制振荡器 202 的输出信号的特定频率，可控制振荡器 202 的工作状态响应从锁相回路 206 和频率控制电路 208 接收的控制信号。

锁相回路 206 可以是本领域公知的典型锁相回路，如 Bezhad Razavi 在《单片锁相回路和时钟恢复电路》IEEE Press,1996 所述的锁相回路，该文献全文并入作为参考。例如，如下所述，锁相回路 206

可以包含相位检测器和多个电荷泵，或电流源。

在频率合成器 112 的操作中，可控制振荡器 202 在线路 214 产生一输出信号，如上所述，可控制振荡器 202 的输出信号可以经由线路 132 被提供给混频器 110 和经由线路 138 提供给混频器 116（图 1）。可控制振荡器 202 的输出信号的频率可以由频率控制电路 208 和锁相回路 206 控制。在频率合成器 112 的一些实施例中，可控制振荡器 202 的输出信号的频率首先由频率控制电路 208 控制，然后由锁相回路 206 控制。

如上所述，可控制振荡器 202 可以被配置为具有多个工作状态，其中各个工作状态对应于可控制振荡器的输出信号的特定频率。通过改变可控制振荡器 202 的工作状态、和因此改变输出信号的对应的特定频率，可以控制该可控制振荡器 202 的输出信号的频率。

图 3 是一流程图 300，示出图 2 的频率控制电路 208 的若干实施例之一的体系结构和操作，用于控制可控制振荡器 202 的输出信号的频率。在块 302，频率控制电路 208 接收与预定频率或参考频率有关的信息，用于可控制振荡器 202 的输出信号。与预定频率有关的信息可以被接收作为来自 R 分频器电路 210 并提供在线路 218 上的信号。根据在线路 220 上接收的系统时钟信号，R 分频器电路 210 可以产生与预定频率有关的信息，用于可控制振荡器 202 的输出频率。在可选实施例中，频率控制电路 208 也可以从串行端口 212 在线路 222 和 224 上接收与预定频率有关的信息。

在块 304，频率控制电路 208 确定与可控制振荡器 202 的多个工作状态有关的多个特定频率中之哪一个最接近该预定频率。频率控制电路 208 接收可控制振荡器 202 在线路 214 和 216 上的输出信号。在块 306，频率控制电路 208 产生一控制信号，其被设置为改变可控制振荡器 202 的输出信号频率为对应于最接近预定频率的特定频率的工作状态。频率控制电路 208 可以在线路 226 上提供控制信号给可控

制振荡器 202。在块 308，响应来自频率控制电路 208 的控制信号，可控制振荡器 202 可以被改变为对应于最接近预定频率的特定频率的工作状态。

在可控制振荡器 202 的输出信号的频率已被改变成对应于最接近预定频率的特定频率的工作状态后，锁相回路 206 可以更进一步地控制可控制振荡器 202 的输出信号的频率。以此方式，在宽范围频率范围上，频率控制电路 208 可以实现不太精确的近似的预定频率，但快得多的频率（例如与锁相回路 206 相比）。于是，锁相回路 206 可以用来实现精确得多的近似的预定频率。

频率控制电路 208 可以使锁相回路 206 能够开始控制可控制振荡器 202 的输出信号的频率，例如，通过响应线路 230 上提供的开关控制信号而接合开关 228，可以配置开关 228 和开关控制信号，使得当锁相回路 206 控制可控制振荡器 202 时，开关 228 连接线路 233 和线路 240，和当频率控制电路 208 控制可控制振荡器 202 时，开关 228 连接线路 240 和线路 231。此外，当接通频率控制电路 208 时，控制信号可以在线路 231 上提供给低通滤波器 204。可以配置线路 231 上的控制信号断开由锁相回路 206 接通的可控制振荡器 202 内部的控制结构，同时控制可控制振荡器 202 的频率。例如，在由锁相回路 206 通过可变电容器对可控制振荡器 202 进行电压控制的情况下，可以配置频率控制电路 208，以在线路 231 上提供恒定电压，以便保持可变电容器处于恒定值，同时接通频率控制电路 208。

当与频率控制电路 208 接通时，锁相回路 206 可以控制可控制振荡器 202 的输出信号的频率，如本领域所公知，以及由 Bezhad Razavi 在《单片锁相回路和恢复电路》中所述。例如，锁相回路 206 接收在线路 232 上的可控制振荡器 202 的输出信号和在线路 238 上的参考频率。根据输出信号和参考频率，锁相回路 206 产生一控制信号，并在线路 240 上提供控制信号给低通滤波器 204。在线路 242 上提供经滤

波的控制信号给可控制振荡器 202。响应线路 242 上的控制信号，可以接通可控制振荡器 202 内的可变电容器（图 2 中未示出）。可以配置控制信号和可变电容器，以控制在线路 214 上可控制振荡器 202 的输出信号的频率。

应该理解的是，有许多频率合成器 112 的实施例。例如，可控制振荡器 202 的输出信号的频率可以首先由频率控制电路 208 来控制，然后由锁相回路 206 控制。然而，在频率合成器 112 的其它实施例中，可控制振荡器 202 的输出信号频率可以首先由锁相回路 206 控制，然后由频率控制电路 208 来控制。在频率合成器 112 的其它实施例中，可控制振荡器 202 的输出信号的频率可以完全由频率控制电路 208 来控制。

图 4 示出可控制振荡器 202 的若干实施例之一的框图，用于实现多个工作状态和由频率控制电路 208 控制的输出信号的对应特定频率。可控制振荡器 202 可以包括电感器 400、可变电容器 402、和开关电容器 404、406、和 408。电感器 400、可变电容器 402、和开关电容器 404、406、和 408 可以如图 4 所示并联连接。然而，如本领域技术人员所公知，对于电感器 400、可变电容器 402、和开关电容器 404、406、和 408 存在各种其它的配置。例如，电感器 400、可变电容器 402、和开关电容器 404、406、和 408 可以串联连接，或可以以多种并联和串联之组合的任一种连接。此外，本领域技术人员应该理解的是，有许多其它配置可控制振荡器 202 的方式以实现多个的工作状态。如上所述，频率合成器 112 的重要的方面在于，可控制振荡器 202 被配置以具有多个工作状态，其中各个工作状态对应于可控制振荡器 202 的输出信号的特定频率，以及在于，可控制振荡器 202 的工作状态响应从锁相回路 206 和频率控制电路 208 接收的控制信号。

开关电容器 404、406、和 408 在线路 226 上接收来自频率控制电路 208 的控制信号。响应来自频率控制电路 208 的控制信号，以对

应于工作状态之一的预定方式接通或断开开关电容器 404、406、和 408。在频率合成器 112 的多个实施例之一中，开关电容器的数量限定工作状态的数量和可控制振荡器 202 的输出信号的相应频率。例如，如果有三个开关电容器，可控制振荡器 202 可以有八个 ($2^3=8$) 工作状态。因为每个开关电容器可以被连接或断开，对于这些开关电容器有八个可能的二进制组态，以每个组态产生可控制振荡器 202 的输出信号的特定频率。如等式 1 和 2 所示，可控制振荡器 202 的输出信号的每个特定频率可以被限定为电感器 400 (L)、可变电容器 402 (C_{var})、和开关电容器 404 (C_0)、406 (C_1) 和 408 (C_n) 的元件值以及二进制加权系数 b_0 、 b_1 和 b_n 的函数，其中 f_{co} 是可控制振荡器 202 的输出信号的频率：

$$f_{co} \propto \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

(等式 1)

$$C = C_{var} + b_0 C_0 + b_1 C_1 + \dots + b_n C_n$$

(等式 2)

在等式 2 中，开关电容器 404、406、和 408 是二进制加权的。例如，在一个三位数字系统，开关电容器 404、406、和 408 可以被加权如下： $C_0=C$ 、 $C_1=2C$ 、和 $C_n=8C$ 。

开关电容器的数量也限定频率控制电路 208 和可控制振荡器 202 之间所需要的控制线的数量。例如，如果有三个开关电容器被连接或断开，频率控制电路 208 可以使用三条控制线（每个开关电容器用一条控制线）。例如，参考图 3 和图 4，在块 304，频率控制电路 208 可以确定：对于一个三位系统，可控制振荡器 202 的输出信号的频率最接近预定频率，其中开关电容器 404 被接通，开关电容器 406 被断开，开关电容器 408 被接通。因此，在块 306，频率控制电路 208 可以产

生三个控制信号。可以设定对应于开关电容器 404 的第一个控制信号 410 以接通开关电容器 404；可以设定对应于开关电容器 406 的第二个控制信号 412 以断开开关电容器 406；可以设定对应于开关电容器 408 的第三个控制信号 414 以接通开关电容器 408。响应这些控制信号，在块 308，开关电容器 404、406、和 408 被分别接通、断开和接通。该配置改变可控制振荡器 202 为对应于最接近预定频率的特定频率的工作状态。

在由锁相回路 206 控制可控制振荡器 202 的这些实施例中，通过改变在线路 242 上施加到可变电容器 402 的控制信号，可以更进一步控制可控制振荡器 202。

图 5 示出频率控制电路 208 的若干实施例之一的框图，该电路用于控制可控制振荡器 202 的输出信号的频率。频率控制电路 208 可以包括程序计数器、或 R 分频器（参考分频器）500，频率检测器、或计数器 502，数字解码器 504，数字比较器 506，和双态搜索模块 508。

图 6 是一流程图 600，示出图 5 的频率控制电路 208 的体系结构和操作。在块 601，频率控制电路 208 被启动。在块 602，数字解码器 504 在线路 222 和 224 上接收来自串行端口 212 的、与可控制振荡器 202 的输出信号的预定频率有关的信息（图 2）。在块 604，频率检测器 502 确定可控制振荡器 202 的输出信号的当前频率，该频率对应于可控制振荡器 202 的当前工作状态。频率检测器 502 在线路 510 上接收来自程序计数器 500 的定时信号，根据在线路 238 上接收的参考频率，程序计数器 500 产生定时信号（图 2）。可以使用定时信号对频率检测器 502 和双态搜索模块 508 的操作进行计时。频率检测器 502 在线路 214 上接收可控制振荡器 202 的输出信号（图 2）。响应时钟脉冲，频率检测器 502 产生对应于输出信号的当前频率的第一数字字。

在块 606，数字比较器 506 将第一数字字与在线路 512 上接收的

来自数字解码器 504 的第二数字字进行比较，并在线路 516 上提供一控制位给双态搜索模块 508。例如，当第一数字字高于第二数字字时，可以配置数字比较器 506 产生逻辑 1 用于控制位，当第二数字字高于第一数字字时产生逻辑 0 用于控制位。基于该控制位、可控制振荡器 202 的当前工作状态和在线路 518 上接收的定时信号，在块 608，双态搜索模块 508 选取可控制振荡器 202 的接下来的工作状态。如以下所述，配置频率控制电路 208，使得接下来的工作状态有一更接近可控制振荡器 202 的输出信号的预定频率的对应特定频率。在块 610，双态搜索模块 508 产生一控制信号，其被配置以改变可控制振荡器 202 为所选取的接下来的工作状态。在块 612，可控制振荡器 202 被改变为所选取的接下来的工作状态。在块 614，双态搜索模块 508 确定是否所有可控制振荡器 202 的工作状态已被搜索。如果所有的工作状态已被搜索，频率控制电路 208 不工作。如果尚未搜索所有的工作状态，则重复块 604、606、608、610、612、和 614。

图 7 是图 5 双态搜索模块 508 的树形图。该二叉树包括叶节点 700、中间节点 702、和根节点 704。根节点 704 代表初始二进制状态，其对应于在频率控制电路 208 之操作前的可控制振荡器 202 的初始工作状态。中间节点 702 代表中间二进制状态组，其对应于在频率控制电路 208 操作期间可控制振荡器 202 可能占用的可能的工作状态。叶节点 700 指定最终二进制状态，其对应可控制振荡器 202 多个的工作状态。

如以上所述，双态搜索模块 508 可以使用二叉树来搜索可控制振荡器 202 的多个工作状态，并确定最接近预定频率的特定频率。例如，在图 7 的三位系统，可以配置可控制振荡器 202 有八个 ($2^3=8$) 工作状态。因此，二叉树也可以有八个叶节点 700。在频率控制电路 208 被启动前，双态搜索模块 508 在根节点 704，该根节点代表可控制振荡器 202 的初始工作状态（图 7 的例子中的 100）。如上所述，频率

控制电路 208 确定当可控制振荡器 202 处于初始工作状态时（图 7 的例子中的 100）输出信号的当前频率。频率控制电路 208 然后将当前频率与预定频率对比。基于当前频率和预定频率的比较和响应时钟脉冲，双态搜索模块 508 选取连接根节点 704 的两个中间节点 702 之一。连接根节点 704 的两个中间节点 702 代表可控制振荡器 202 的两个接下来的工作状态（图 7 的例子中的 010、110）。可以配置双态搜索模块 508，使得根节点 704 和中间节点 702 的两个接下来的工作状态由下列等式限定，其中 M_{new} 代表接下来的工作状态， M 代表当前工作状态：

$$M_{new} = M \pm \frac{M}{2}$$

（等式 3）

例如，图 7 中，可以用对应十进制 6 的二进制 100 代表初始工作状态。基于等式 3，配置二叉树，使得两个接下来的工作状态分别用对应十进制 4 和 6 的二进制 010 和 110 表示。以此方式，在 N 个时钟脉冲中，双态搜索模块 508 可以全部搜索 2^N 个工作状态，以确定具有最接近预定频率的特定频率的工作状态。

本领域技术人员应该理解的是，实现图 7 中所示的二叉树有许多方式。对于每个实施例，可以用多个方式设定在二叉树中与各个二进制状态有关的特定值（二进制或十进制）。例如，在图 7 的示例二叉树中，初始工作状态用二进制表示为 100，用二进制 010 和 110 代表两个接下来的工作状态。可以配置双态搜索模块 508 以实现二叉树，该二叉树具有与二叉树中各个二进制状态有关的任何值。

在比较当前频率和预定频率后，双态搜索模块 508 选取具有最接近预定频率的特定频率的接下来的工作状态。频率控制电路 208 然后产生一控制信号，其被配置以改变可控制振荡器 202 为所选取的接下来的工作状态。在可控制振荡器 202 被改变为所选取的接下来的工作状态后，频率控制电路 208 确定对应于所选取的接下来的工作状态的

可控制振荡器 202 的输出信号频率。这个过程被重复用于二叉树中的所有状态，直到双态搜索模块 508 选取对应于叶节点 700 之一的可控制振荡器 202 的接下来的工作状态。由双态搜索模块 508 选取的叶节点 700 代表具有最接近预定频率的特定频率的工作状态。

振幅控制电路

图 8 示出图 1 的频率合成器的若干实施例的另一个的框图。频率合成器 800 包括可控制振荡器 202、低通滤波器 204、锁相回路 206、频率控制电路 208、R 分频器电路 210、串行端口 212 和振幅控制电路 802。

频率合成器 800 可以被实现在硬件、软件、固件或其组合中。在一些实施例中，频率合成器可以被实现在软件或固件中，其被存储在存储器内并由处理器或任何其它适当的指令执行系统来执行。在其实现在硬件中的情况下，如某些其它实施例中，频率合成器 800 可以利用下列技术的任一种或组合来实现，这些技术在本领域中是众所周知的：根据数据信号实现逻辑功能并具有逻辑门的离散逻辑电路、具有适当的组合逻辑门的专用集成电路（ASIC）、可编程门阵列（PGA）、现场可编程门阵列（FDGA），等等。

通常，频率合成器 800 以类似图 2 的频率合成器 112 的方式被配置及工作。然而，本领域普通技术人员应该理解的是，频率合成器 800 不必包括频率控制电路 208。频率合成器 800 的重要方面是，振幅控制电路 802 与可控制振荡器 202 连通，当控制可控制振荡器 202 的输出信号的频率时，例如，通过锁相回路 206 和/或频率控制电路 208，振幅控制电路 802 维持输出信号的振幅。

由于可控制振荡器 202 的输出信号的频率和振幅之间的复杂的相互作用，最好在整个频率范围内维持可控制振荡器 202 的输出信号的恒定振幅。因此，当改变可控制振荡器 202 的输出信号的频率时，例如，通过锁相回路 206 和（或）频率控制电路 208，振幅控制电路

802 可以被启动。

如上参照图 2 所述,可以配置可控制振荡器 202 以具有多个工作状态,其中每个工作状态对应于可控制振荡器 202 的输出信号的特定频率。通过改变可控制振荡器 202 的工作状态和因此改变输出信号的对应特定频率,可以控制可控制振荡器 202 的输出信号的频率。

在使用振幅控制电路 802 的情况下,可以更进一步配置可控制振荡器 202 以具有多个工作状态,其中每个工作状态对应于可控制振荡器 202 的输出信号的特定振幅。通过改变可控制振荡器 202 的工作状态和因此改变输出信号的对应振幅,可以在整个频率范围上维持可控制振荡器 202 的输出信号的振幅。

图 9 是一流程图 900,示出图 8 的振幅控制电路 802 的若干实施例之一的体系结构和操作。在块 901,振幅控制电路 802 接收与可控制振荡器 202 的输出信号的预定振幅电平有关的信息。该信息可以限定一最低振幅电平,可控制振荡器 202 的输出信号的振幅应维持在此最低振幅电平上。该信息也可以被表示为一振幅范围,可控制振荡器 202 的输出信号的振幅将维持在此振幅范围内。振幅控制电路 802 的重要方面是,它接收信息用于维持或控制可控制振荡器 202 的输出信号的振幅电平。与预定振幅电平有关的信息可从串行端口 212 或与其它在图 8 中未示出的部件接收。该信息甚至可以被包括在振幅控制电路 802 内部的存储器内。在块 902,振幅控制电路 802 确定可控制振荡器 202 的输出信号的振幅。在块 904,振幅控制电路 802 将振幅与预定振幅电平相比较,确定输出信号的振幅是否需要改变。例如,如果输出信号的振幅小于预定振幅电平,振幅控制电路 802 可以确定可控制振荡器 202 的多个工作状态中的哪一个具有最接近预定振幅电平的输出信号的特定振幅。在块 906,振幅控制电路 802 产生一控制信号,其被配置以改变可控制振荡器 202 为对应于最接近预定振幅电平的特定振幅的工作状态。在块 908,响应来自振幅控制电路 802

的控制信号，可以改变可控制振荡器 202 为对应于最接近预定振幅电平的特定振幅的工作状态。

本领域普通技术人员应该理解，频率合成器 800 有各种不同的实施例。例如，重要的方面是：振幅控制电路 802 与可控制振荡器 202 连通，当控制可控制振荡器输出信号的频率时，例如，通过锁相回路 206 和（或）频率控制电路 208，振幅控制电路 802 以预定方式维持输出信号的振幅。因此，在频率合成器 800 的一些实施例中，振幅控制电路 802 可以与频率控制电路 208 一起工作。例如，每一次频率控制电路 208 改变可控制振荡器 202 的输出信号的频率，振幅控制电路 802 可以被启动，以调整输出信号的振幅。利用经由线路 805 传送的定时信号，可以控制频率控制电路 208 和振幅控制电路 802 之间的这种交互作用（图 8）。在频率合成器 800 的其它实施例中，可以没有频率控制电路 208，在此情况下，振幅控制电路 802 响应由锁相回路 206 产生的频率变化。

图 10 示出可控制振荡器 1002 的若干实施例之一的框图，其用于实现多个工作状态和由振幅控制电路 802 控制的输出信号的对应特定振幅。可控制振荡器 1002 可以包括多个并联连接的开关电流源 1000。开关电流源 1000 接收线路 806 上的来自振幅控制电路 802 的控制信号。响应控制信号，开关电流源 1000 以对应于可控制振荡器 1002 的工作状态之一的预定方式接通或断开。在频率合成器 800 的多个实施例之一中，开关电流源 1000 的数量限定工作状态的数量，和可控制振荡器 1002 的输出信号的对应振幅。例如，如果有三个开关电流源 1000，可控制振荡器 1002 可以有八个 ($2^3=8$) 工作状态。因为可以接通或断开每一个开关电流源 1000。有八个开关电流源 1000 的可能结构，每个结构产生可控制振荡器 1002 的输出信号的特定振幅。

开关电流源 1000 的数量也限定振幅控制电路 802 控制可控制振

荡器 1002 所需的控制线的数量。例如，如果有三个开关电流源 1000 被接通或断开，振幅控制电路 802 可以用三根控制线（每个开关电流源 1000 用一根控制线）。以如以上关于频率控制电路 208 所述的相同方式，振幅控制电路 802 控制可控制振荡器 1002 的工作状态。

图 11 示出振幅控制电路 802 的若干实施例之一的框图，其用于维持可控制振荡器 1002 的输出信号的振幅。振幅控制电路 802 可以包括峰值检测器 1100、低通滤波器 1102、放大器 1104、和双态搜索模块 1106。

在振幅控制电路 802 的操作中，峰值检测器 1100 接收线路 804 上的可控制振荡器 1002 的输出信号；峰值检测器 1100 确定输出信号的振幅，并在线路 1108 提供信息给对信号进行滤波的低通滤波器 1102。在线路 1110 提供滤波信号给放大器 1104；放大器 1104 将与可控制振荡器 202 的输出信号的振幅有关的信息和参考电压 1112 进行比较，在线路 1114 提供一控制位给双态搜索模块 1106。例如，当可控制振荡器 202 的输出信号的振幅高于参考电压时，可以配置放大器 1104 产生逻辑 1 用于控制位；当参考电压高于输出信号的振幅时，产生逻辑 0 用于控制位。在振幅控制电路 802 与频率控制电路 208 一起工作的情况下，通过频率控制电路 208 经由线路 805 可以连接和控制放大器 1104。再次参照图 7，双态搜索模块 1106 的作用方式与上述关于双态搜索模块 508 所述方式相同。此外，在振幅控制电路 802 和频率控制电路 208 一起工作的情况下，通过频率控制电路 208 经由线路 805 可以连接和控制双态搜索模块 1106。

图 3、6、9 中任何处理描述或方块应该理解为表示代码的模块、段、或部分，其包含一个或多个实现该处理中专用逻辑功能或步骤的可执行指令；可选的实现方案被包括在本发明优选实施例的范围内，其中，功能的执行可以不按以上所示或所述的顺序（包括基本上同时发生或以相反的顺序），这取决于有关的功能，本领域技术人员对此

应该充分理解。

此外，频率合成器 112 和 800、频率控制电路 208 和振幅控制电路 802 可以包括用于执行逻辑功能的、有序列出的可执行指令，它们可以内置于任何计算机可读介质供，并由指令执行系统、设备、或器件使用或与其结合，如基于计算机的系统、含有处理器的系统、或能从指令执行系统、设备、或器件读取指令的其它系统，并执行这些指令。本文件的上下文之中，“计算机可读介质”可以是能包含、存储、通信、传播、或传送该程序的任何装置，其供使指令执行系统、设备或器件使用或与其结合。

例如，计算机可读介质可以是（但不仅限于）：电子的、磁的、光学的、电磁的、红外线的、或半导体系统、设备、器件或传播介质。该计算机可读介质更特别的示例（非详尽的清单）可包括下列各项：有一个或多个布丝的电连接（电子的）、便携式电脑磁盘（磁的）、随机存取存储器（RAM）（电子的）、只读存储器（ROM）（电子的）、可擦除可编程只读存储器（EPROM 或快闪存储器）（电子的）、光纤（光学的）、和便携式光盘只读存储器（CDROM）（光学的）。注意，计算机可读介质甚至可以是纸张或另外合适的介质，在其上面可以打印该程序，与以电子方式获取该程序一样，例如，通过对纸张或其它介质进行光学扫描，然后编辑、编译或如果必要则以合适的方式进行其它处理；然后将其存储在计算机存储器中。

虽然本发明不同的实施例已描述，本领域普通技术人员显而易见的是，本发明范围内可以有更多的实施例和实现方案。

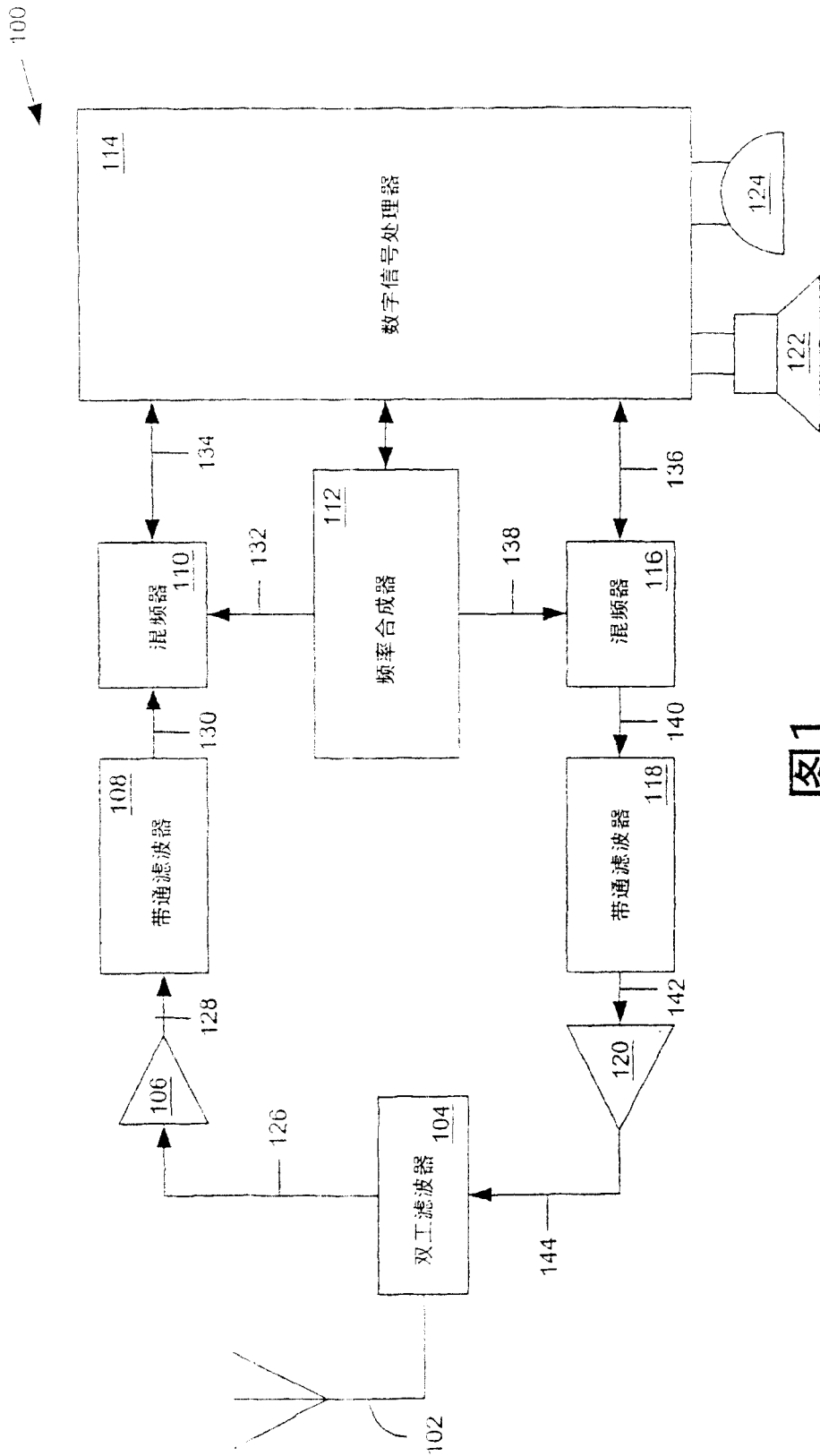


图1

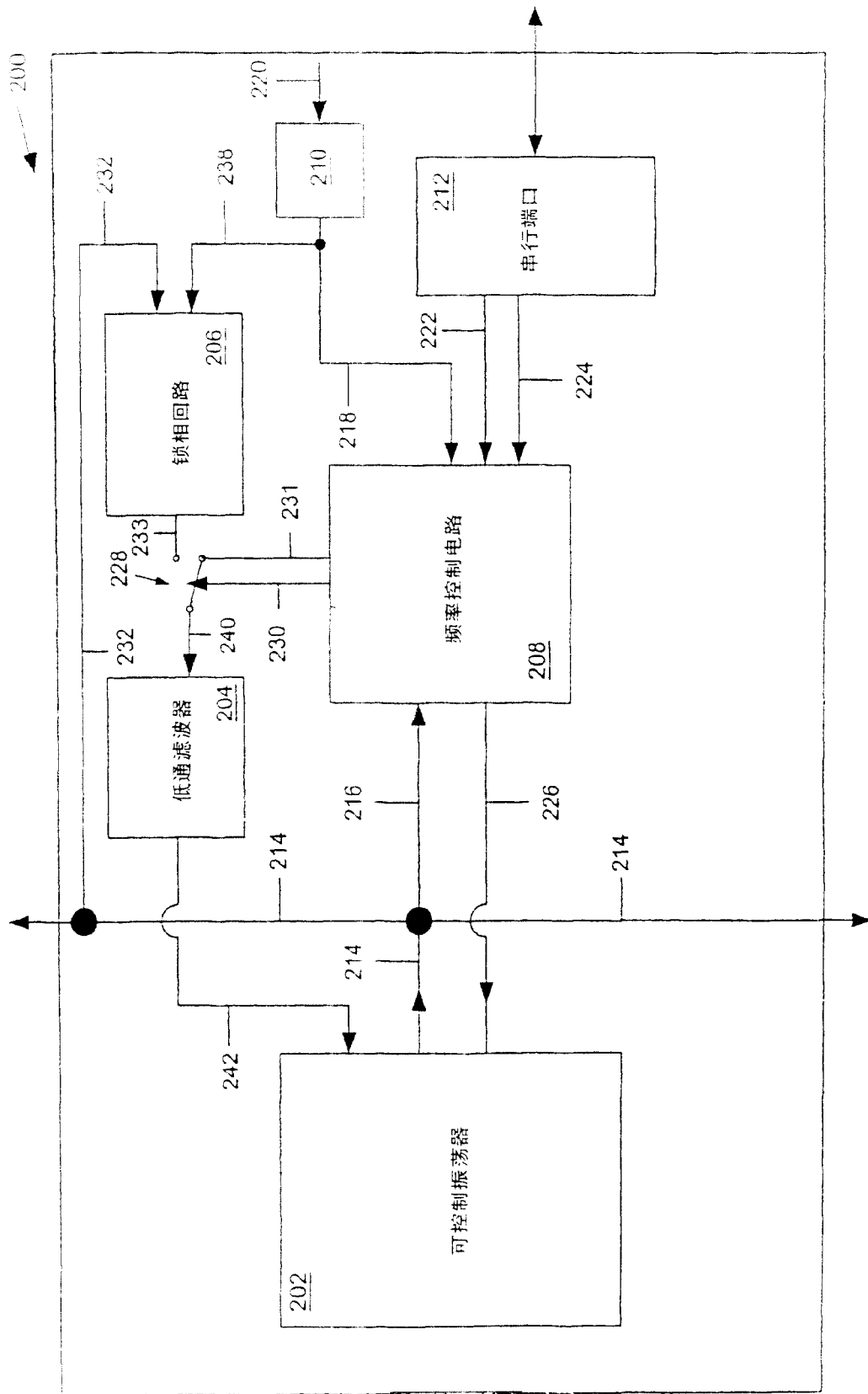


图2

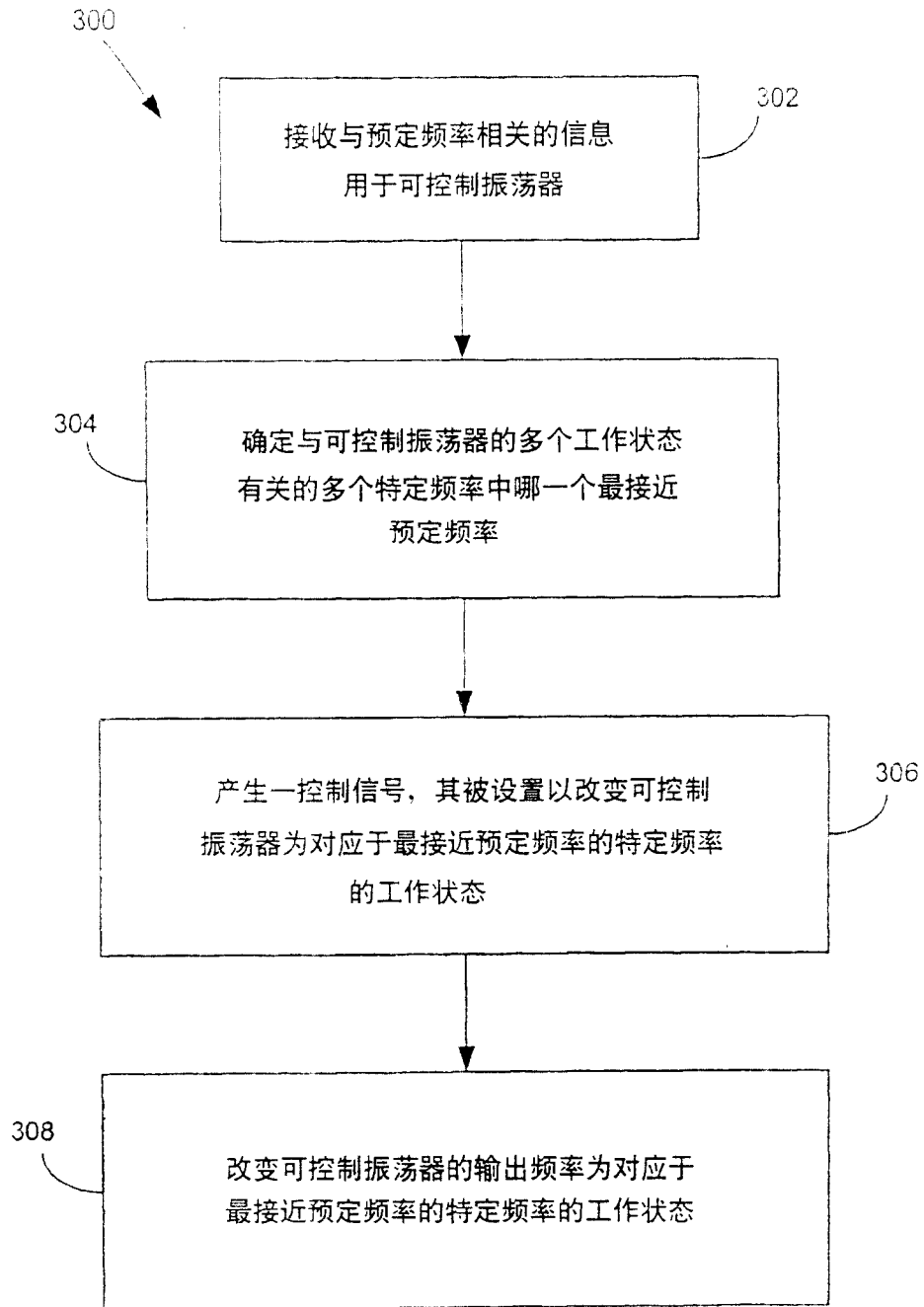


图3

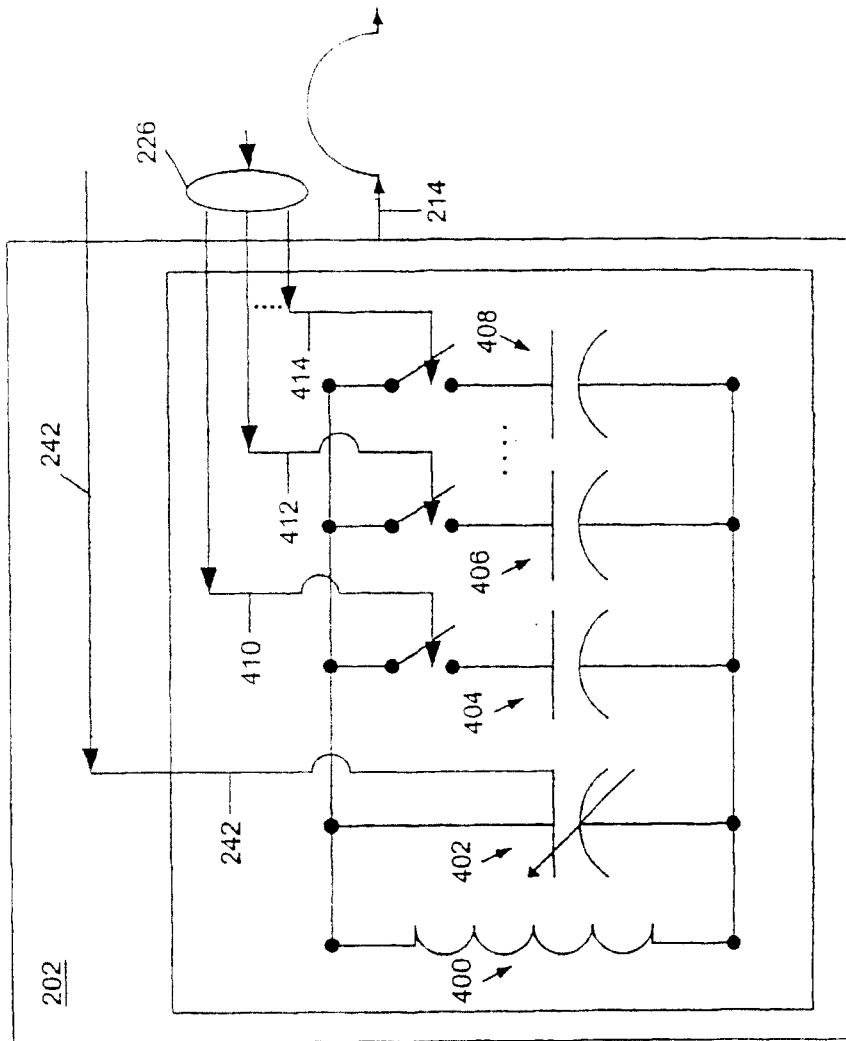


图4

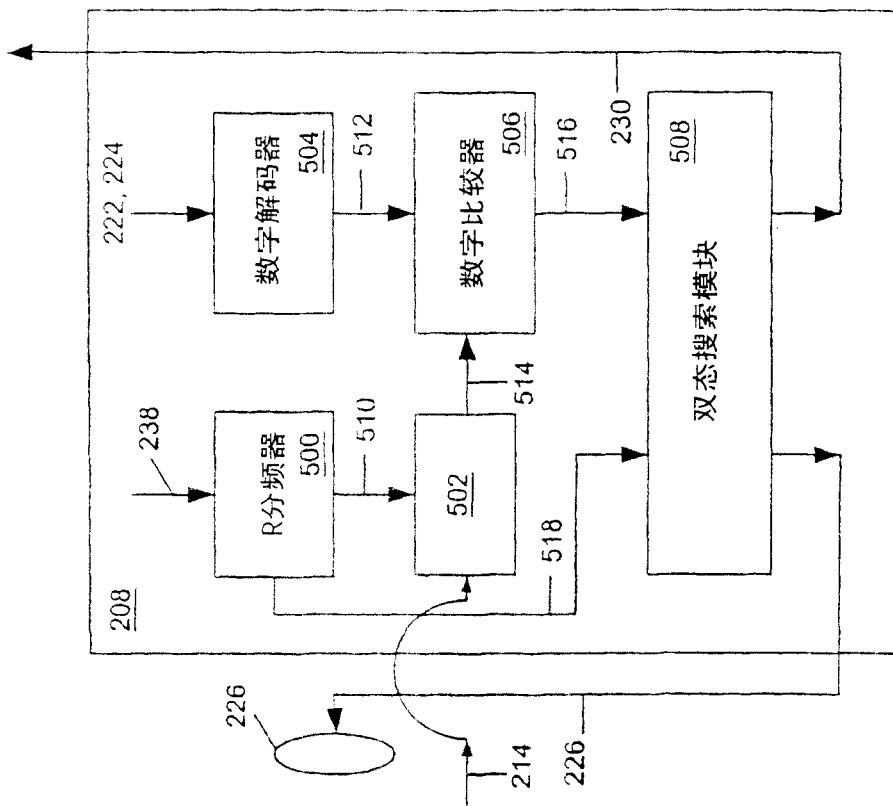
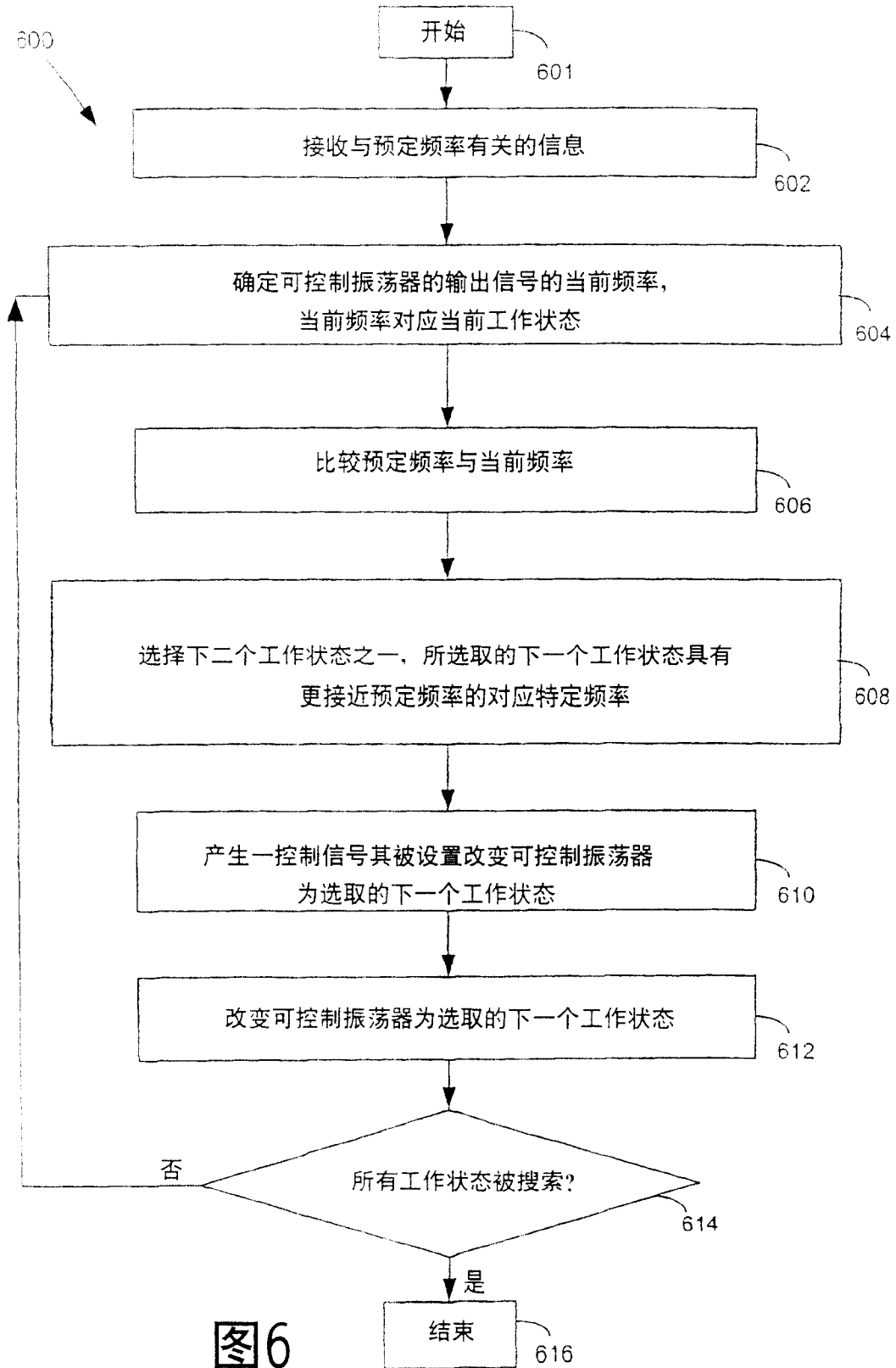


图5



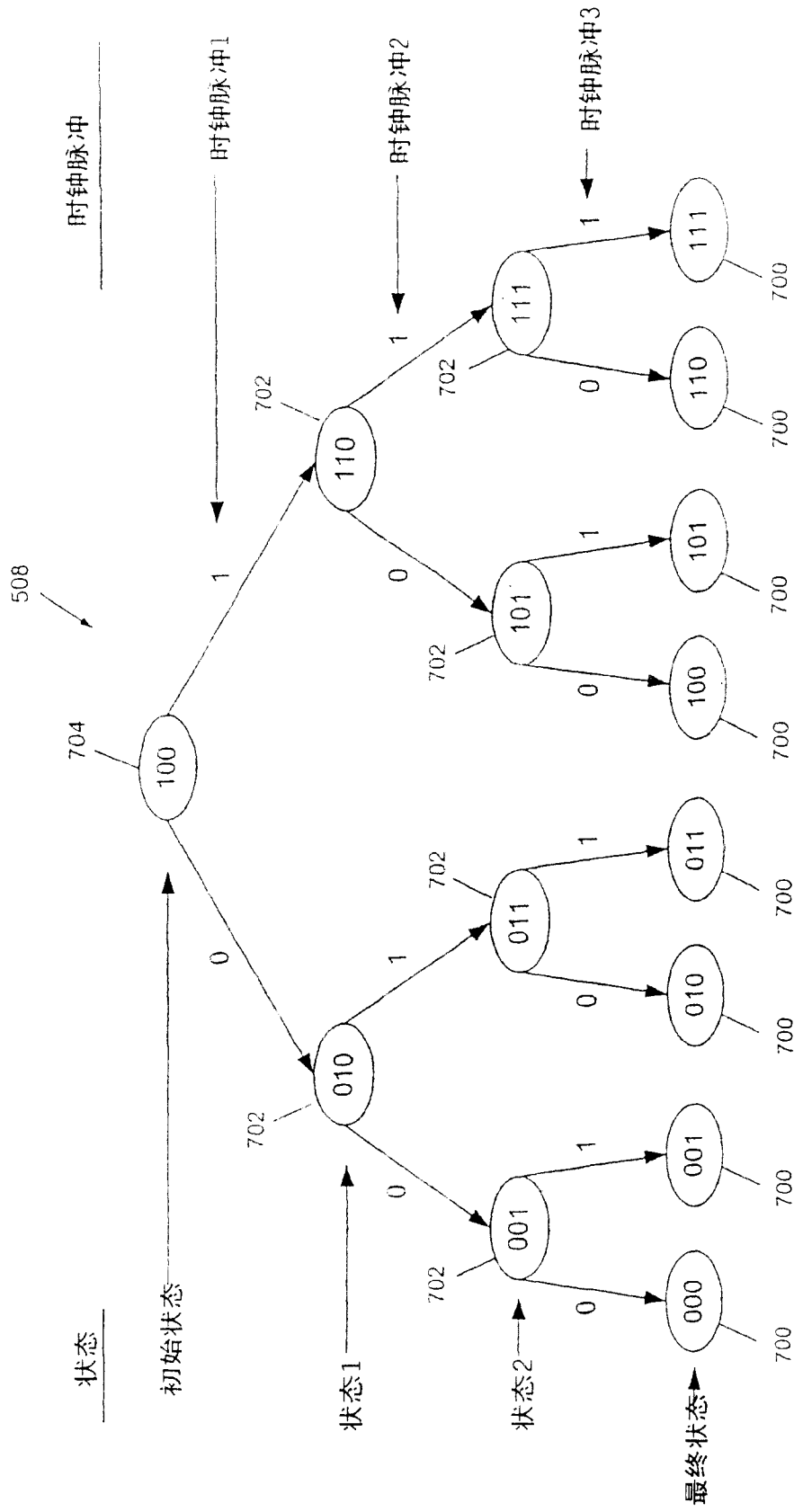


图7

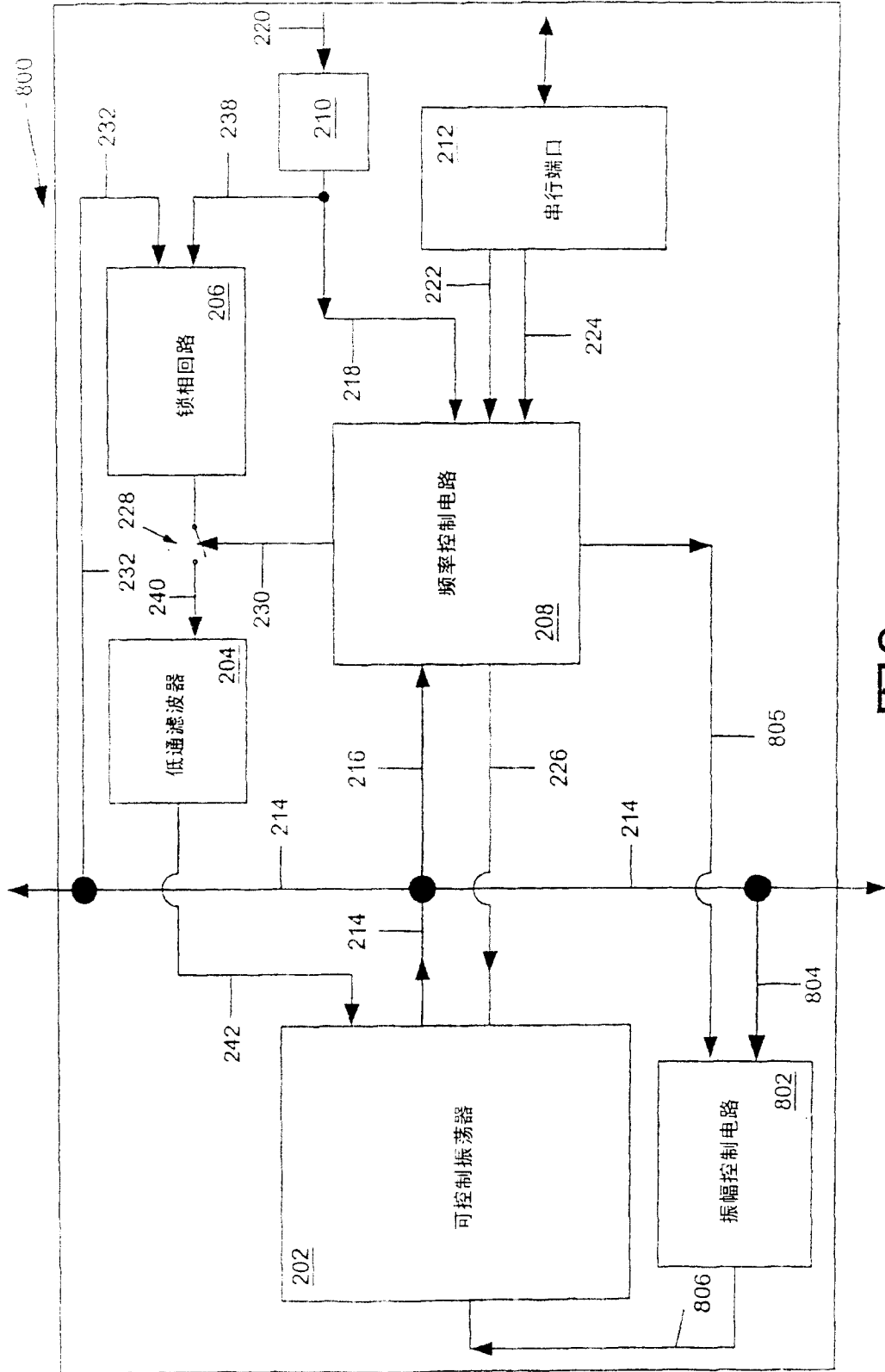


图8

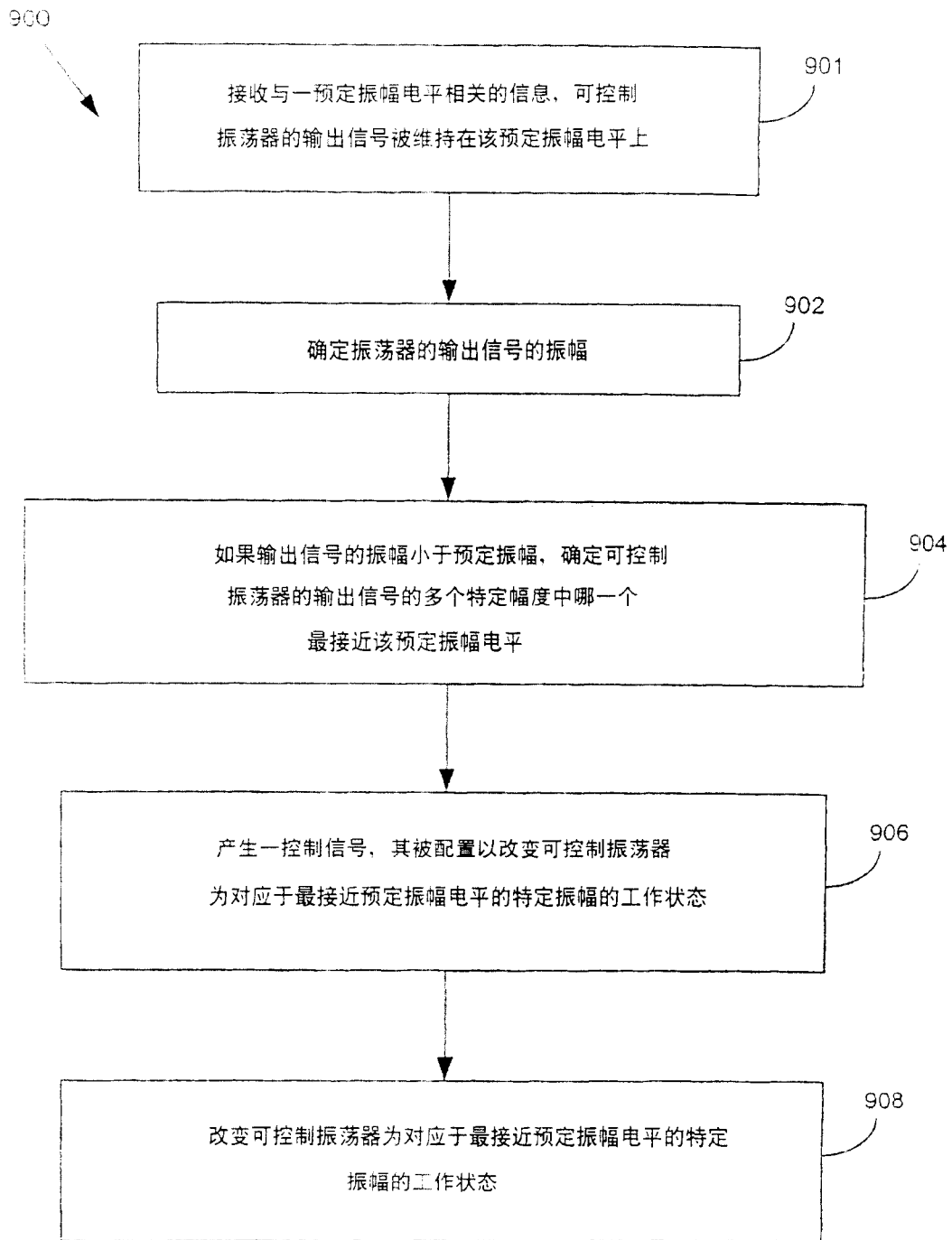


图9

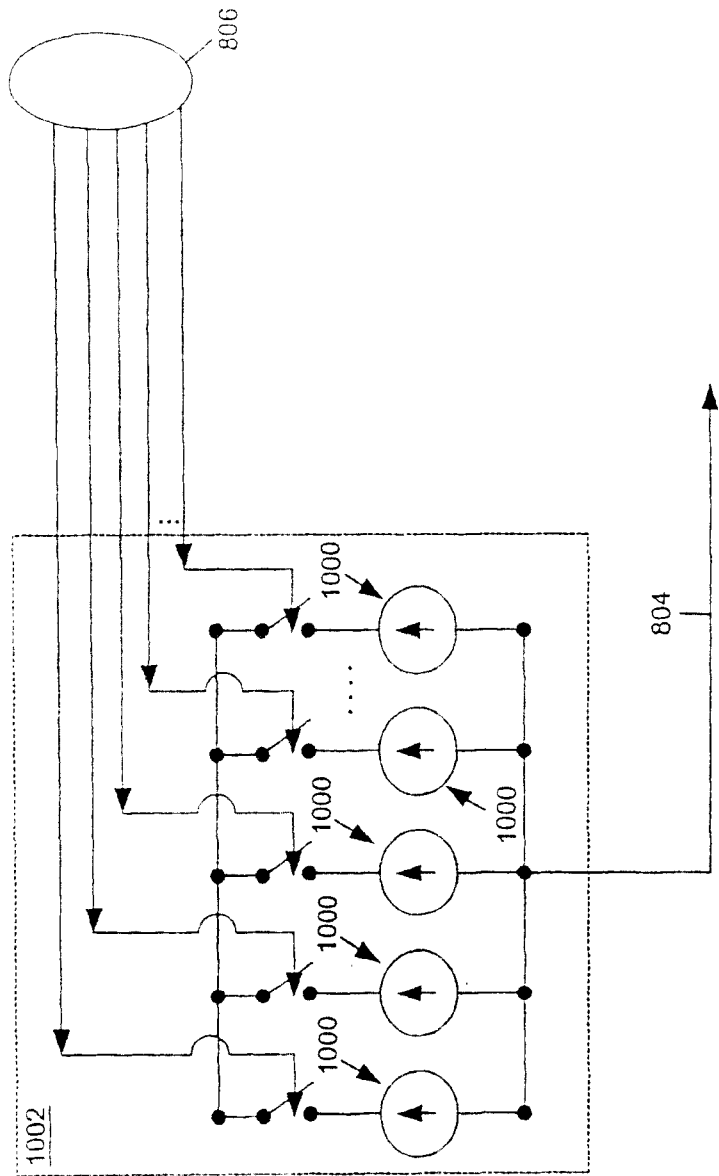


图10

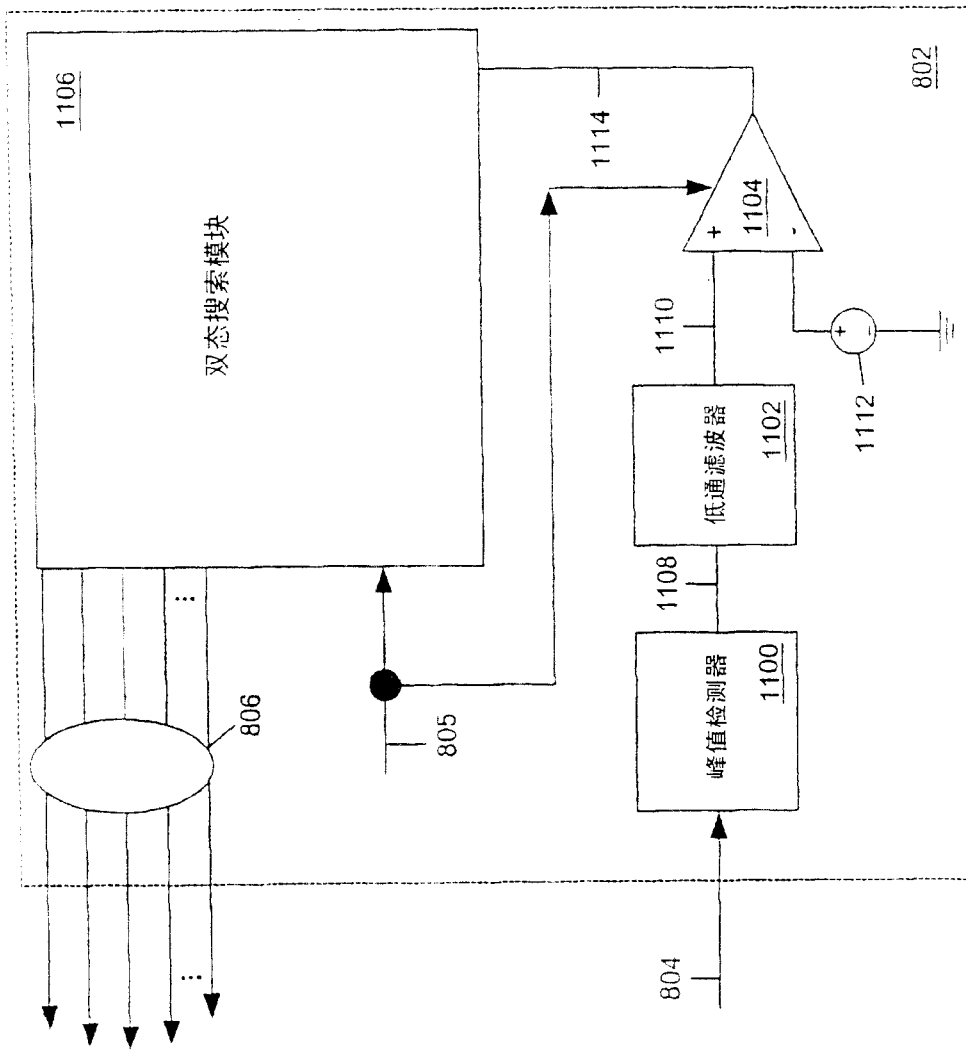


图11