(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106031044 B
(45)授权公告日 2019.10.11

(21)申请号 201480074884.3
(22)申请日 2014.09.30
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106031044 A
(43)申请公布日 2016.10.12
(30)优先权数据
14/172,714 2014.02.04 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.08.04
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/058281 2014.09.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/119668 EN 2015.08.13
(73)专利权人 德州仪器公司
地址 美国德克萨斯州
(72)发明人 拉赫米·赫扎尔 丁雷
巴赫尔·哈龙
(74)专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任公司 11287
代理人 林斯凯
(51)Int.Cl.
H04B 1/02(2006.01)
H03F 3/189(2006.01)
(56)对比文件
US 5490172 A,1996.02.06,
US 20120064839 A1,2012.03.15,
US 2010183093 A1,2010.07.22,
US 2010018383 A1,2010.01.28,
US 2003179043 A1,2003.09.25,
CN 101159725 A,2008.04.09,
US 2009225897 A1,2009.09.10,
审查员 钱坤

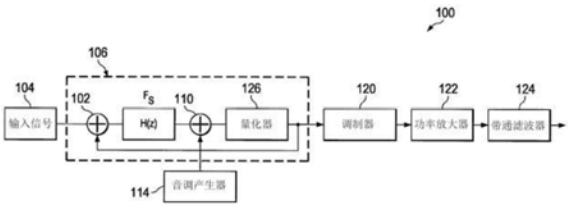
权利要求书3页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

发射器及发射方法

(57)摘要

在所描述实例中,产生至少一个音调(114)。响应于输入信号(104)及所述至少一个音调而产生输出信号(106)。调制所述输出信号(120)。所述输入信号(104)及所述至少一个音调表示于所述经调制输出信号中。如所述经调制输出信号中所表示,所述至少一个音调处于所述输入信号(104)的带宽之外。放大所述经调制输出信号(122)。在所述放大之后,使所述经放大信号中的所述至少一个音调衰减(124)。



CN 106031044 B

1.一种发射器,其包括:

音调产生器,其用于产生至少一个音调;

Σ-Δ调制器,其用于响应于输入信号及所述至少一个音调而产生输出信号;

发射调制器,其用于调制所述输出信号,其中:所述输入信号及所述至少一个音调表示于经调制输出信号中,且如在所述经调制输出信号中所表示,所述至少一个音调处于所述输入信号的带宽之外;

放大器,其用于放大所述经调制输出信号;及

滤波器,其耦合到所述放大器,用于在所述放大之后使经放大信号中的所述至少一个音调衰减。

2.根据权利要求1所述的发射器,其中产生所述输出信号包含对所述输入信号进行Σ-Δ调制。

3.根据权利要求1所述的发射器,其中所述发射调制器包含用于调制所述输出信号的相位调制器。

4.根据权利要求1所述的发射器,其中所述音调产生器是第一音调产生器,所述至少一个音调是至少一个第一音调,所述Σ-Δ调制器是第一Σ-Δ调制器,所述输入信号是复信号的第一分量,且所述输出信号是第一输出信号,且所述发射器包括:

第二音调产生器,其用于产生至少一个第二音调;

第二Σ-Δ调制器,其用于响应于所述复信号的第二分量及所述至少一个第二音调而产生第二输出信号;且

其中所述发射调制器用于调制所述第二输出信号,且其中:所述第二分量及所述至少一个第二音调表示于所述经调制第二输出信号中,且如在所述经调制第二输出信号中所表示,所述至少一个第二音调处于所述第二分量的带宽之外;且

其中所述发射调制器包含分离器,所述分离器用于将所述第一及第二输出信号转换成表示其第一及第二相位的第一及第二相位信号。

5.根据权利要求4所述的发射器,其中所述发射调制器包含:第一相位调制器,其用于调制所述第一相位信号;及第二相位调制器,其用于调制所述第二相位信号。

6.根据权利要求5所述的发射器,其中:

所述放大器包含:第一放大器,其用于放大所述经调制第一相位信号;及第二放大器,其用于放大所述经调制第二相位信号;且

所述滤波器用于在所述放大之后使所述经放大信号中的所述音调衰减。

7.根据权利要求1所述的发射器,其中所述Σ-Δ调制器用于以第一频率接收所述输入信号,且其中所述发射调制器用于以高于所述第一频率的第二频率来调制所述输出信号。

8.根据权利要求1所述的发射器,其中所述至少一个音调包含:低于所述带宽的低音调;及高于所述带宽的高音调。

9.根据权利要求8所述的发射器,其中所述经调制音调处于所述放大器的频率范围内。

10.根据权利要求1所述的发射器,其中所述至少一个音调用于增加所述放大器的平均操作功率。

11.一种发射方法,其包括:

产生至少一个音调;

响应于输入信号及所述至少一个音调而产生输出信号；

调制所述输出信号，其中：所述输入信号及所述至少一个音调表示于经调制输出信号中，且如在所述经调制输出信号中所表示，所述至少一个音调处于所述输入信号的带宽之外；

放大所述经调制输出信号；及

在所述放大之后使经放大信号中的所述至少一个音调衰减；

其中产生所述输出信号包含对所述输入信号进行Σ-Δ调制。

12.根据权利要求11所述的方法，其中调制所述输出信号包含用相位调制器来调制所述输出信号。

13.根据权利要求11所述的方法，其中所述至少一个音调是至少一个第一音调，所述输入信号是复信号的第一分量，且所述输出信号是第一输出信号，且所述方法包括：

产生至少一个第二音调；

响应于所述复信号的第二分量及所述至少一个第二音调而产生第二输出信号；及

调制所述第二输出信号，其中：所述第二分量及所述至少一个第二音调表示于所述经调制第二输出信号中，且如在所述经调制第二输出信号中所表示，所述至少一个第二音调处于所述第二分量的带宽之外；

其中调制所述第一及第二输出信号包含将所述第一及第二输出信号转换成表示其第一及第二相位的第一及第二相位信号。

14.根据权利要求13所述的方法，其中调制所述第一及第二输出信号包含：用第一相位调制器来调制所述第一相位信号；及用第二相位调制器来调制所述第二相位信号。

15.根据权利要求14所述的方法，其中放大所述经调制第一输出信号包含用第一放大器来放大所述经调制第一相位信号，且所述方法包括：

用第二放大器来放大所述经调制第二相位信号；及

在所述放大之后使所述经放大信号中的所述音调衰减。

16.根据权利要求11所述的方法，其中产生所述输出信号包含以第一频率接收所述输入信号，且其中调制所述输出信号包含以高于所述第一频率的第二频率来调制所述输出信号。

17.根据权利要求11所述的方法，其中所述至少一个音调包含：低于所述带宽的低音调；及高于所述带宽的高音调。

18.根据权利要求17所述的方法，其中放大所述经调制输出信号包含用放大器来放大所述经调制输出信号，且其中所述经调制音调处于所述放大器的频率范围内。

19.根据权利要求11所述的方法，其中放大所述经调制输出信号包含用放大器来放大所述经调制输出信号，且其中所述至少一个音调用于增加所述放大器的平均操作功率。

20.一种发射器，其包括：

音调产生器，其用于产生：至少一个第一音调；及至少一个第二音调；

第一Σ-Δ调制器，其用于响应于复信号的第一分量及所述至少一个第一音调而产生第一输出信号；

第二Σ-Δ调制器，其用于响应于所述复信号的第二分量及所述至少一个第二音调而产生第二输出信号；

相位调制器，其用于调制所述第一及第二输出信号，其中：所述第一分量及所述至少一个第一音调表示于经调制第一输出信号中，且如在所述经调制第一输出信号中所表示，所述至少一个第一音调处于所述第一分量的带宽之外；且所述第二分量及所述至少一个第二音调表示于所述经调制第二输出信号中，且如在所述经调制第二输出信号中所表示，所述至少一个第二音调处于所述第二分量的带宽之外；

放大器，其用于放大所述经调制第一及第二输出信号；及

滤波器，其耦合到所述放大器，用于在所述放大之后使经放大信号中的所述音调衰减。

21.根据权利要求20所述的发射器，其中所述相位调制器包含分离器，所述分离器用于将所述第一及第二输出信号转换成表示其第一及第二相位的第一及第二相位信号。

22.根据权利要求21所述的发射器，其中所述相位调制器包含：第一相位调制器，其用于调制所述第一相位信号；及第二相位调制器，其用于调制所述第二相位信号。

23.根据权利要求20所述的发射器，其中所述第一及第二Σ-Δ调制器用于以第一频率接收所述第一及第二分量，且所述相位调制器是用于以高于所述第一频率的第二频率来调制所述第一及第二输出信号。

24.根据权利要求20所述的发射器，其中所述至少一个第一音调包含：低于所述第一分量的所述带宽的低音调；及高于所述第一分量的所述带宽的高音调。

25.根据权利要求20所述的发射器，其中所述经调制音调处于所述放大器的频率范围内。

26.根据权利要求20所述的发射器，其中所述音调用于增加所述放大器的平均操作功率。

27.根据权利要求20所述的发射器，其中所述音调产生器包含：第一音调产生器，其用于产生所述至少一个第一音调；及第二音调产生器，其用于产生所述至少一个第二音调。

28.根据权利要求20所述的发射器，其中所述放大器包含：第一放大器，其用于放大所述经调制第一输出信号；及第二放大器，其用于放大所述经调制第二输出信号。

发射器及发射方法

技术领域

[0001] 本发明一般来说涉及射频(RF)功率放大器,且明确地说涉及一种发射器及发射方法。

背景技术

[0002] 一些射频(RF)发射器在峰均比(PAR)为高时操作效率低下。在PAR为高时,在大多数时间,RF输出相对低,但偶尔跳跃到峰值水平。典型RF功率放大器是在高功率或低PAR下操作效率最高。当功率电平减小时,效率呈指数降低,且平均效率在PAR为高时低于最优值。

发明内容

[0003] 在所描述示例中,产生至少一个音调。响应于输入信号及所述至少一个音调而产生输出信号。调制所述输出信号。所述输入信号及所述至少一个音调表示于所述经调制输出信号中。如所述经调制输出信号中所表示,所述至少一个音调处于所述输入信号的带宽之外。放大所述经调制输出信号。在所述放大之后,使所述经放大信号中的所述至少一个音调衰减。

附图说明

[0004] 图1是发射器的实施例的框图。

[0005] 图2是来自图1的调制器的输出信号的示例性曲线图。

[0006] 图3是发射器的另一实施例的框图。

[0007] 图4是图3的处理器的操作的流程图。

具体实施方式

[0008] 本文中所揭示的发射器及方法引入处于输入信号的经调制带宽之外的音调(例如,旁带)以减小功率放大器的PAR。在一些实施例中,在发射前滤除音调。通过引入音调,平均发射功率与平均消耗功率的比值增加,此会增加发射器的效率。

[0009] 图1是发射器100的实施例的框图。发射器100包含加法器102,加法器102接收输入(例如,基带)信号104。加法器102是Σ-Δ调制器(“SDM”)106的一部分。SDM 106以取样频率Fs操作。此外,SDM 106包含加法器110,加法器110耦合到音调产生器114。在第一实施例中,SDM 106与音调产生器114彼此不同。在第二实施例中,SDM 106与音调产生器114彼此成一体。SDM 106响应于输入信号104而产生其输出信号,且音调产生器114产生至少一个音调。

[0010] SDM 106耦合(例如,连接)到发射调制器120(例如,RF调制器),发射调制器120将来自SDM 106的输出信号调制(或以其它方式转换)成用于发射的信号。在一些实施例中,调制器120产生用于以频率Fc执行此调制的载波,频率Fc高于频率Fs。

[0011] 来自调制器120的经调制输出信号由功率放大器122接收。放大器122的示例包含切换功率放大器,例如D类放大器及E类放大器。放大器122的另一示例包含线性放大器,例

如A类放大器、B类放大器及A/B类放大器。放大器122放大来自调制器120的经调制输出信号，包含来自音调产生器114的音调。经放大信号从放大器122输出到滤波器124。在一些实施例中，滤波器124被并入到常规天线中。滤波器124使来自音调产生器114的音调(经放大信号中)衰减。

[0012] 在第一示例中，输入信号104是音频信号。在第二示例中，输入信号104是复信号的分量。在一个示例中，输入信号104是正交信号的I分量。SDM 106包含环路滤波器H(z)，环路滤波器H(z)从加法器102接收输出信号并对所述输出信号进行滤波。来自滤波器H(z)的输出信号由加法器110接收，加法器110将此输出信号与来自音调产生器114的音调相加。来自加法器110的输出信号由量化器126接收并量化。加法器102从量化器126接收经量化输出信号(其为来自SDM 106的输出信号)，并从输入信号104减去此经量化输出信号。在一个实施例中，即使来自加法器102、滤波器H(z)、加法器110及量化器126的相应信号被叙述为不同信号，SDM 106也在一个步骤中加上音调并产生其输出信号。

[0013] 图2是来自调制器120的经调制输出信号的示例性曲线图。如图2中所展示，调制器120产生用于以频率Fc进行调制的载波150。输入信号104及来自音调产生器114的音调表示于来自调制器120的经调制输出信号中。举例来说，如在图2的经调制输出信号中所表示，第一音调152及第二音调154(例如来自音调产生器114)的频率：(a)处于输入信号104的带宽156(“经调制带宽”)之外；及(b)处于放大器122的频率范围内，因此那些音调由放大器122放大。举例来说，第一音调152位于低于频率Fc的频率处，且第二音调154位于高于频率Fc的频率处。在一些实施例中，音调152及154大致上围绕频率Fc对称，因此其与频率Fc相距大约相同距离。

[0014] 在本文中所描述的实施例中，调制器120执行LINC调制或AMO运算以调制来自SDM 106的输出信号。因此，调制器120的示例包含LINC/AMO(使用非线性分量进行的线性调制/非对称多级异相)异相数字调制器及RF上变频器。在其它实施例中，调制器120包含常规正交调制器。

[0015] 在调制器120以载波频率Fc调制来自SDM 106的输出信号之后，来自调制器120的经调制输出信号由放大器122放大。发射器100将音调152及154保持在放大器122的频率范围内，使得：(a)放大器122的平均操作功率大于在没有音调152及154的情况下原本将实现的平均操作功率；且(b)峰均比(PAR)较低。以此方式，放大器122以较高平均功率操作，因此其较有效地操作。

[0016] 在图1的实施例中，滤波器124是带通滤波器，其使经调制带宽内的信号通过并使音调152及154衰减。在一些实施例中，滤波器124被并入到天线的负载中且包含例如电阻器及电感器等负载组件以用于将天线的阻抗与其它电路相匹配。在那些实施例中，天线的负载另外会使音调152及154衰减。结果是，放大器122通过放大音调152及154而以更高效率操作，但音调152及154被衰减使得其不被发射。

[0017] 在第一实施例中，音调产生器114产生方波，所述方波产生单音调152及154。在第二实施例中，音调产生器114产生其它波形，例如三角波或正弦波。在一些实施例中，来自音调产生器114的音调的波形是周期性的且产生抖动。此各种波形均能够产生适合于适应多种设计选择的不同音调或谐波。

[0018] 在一些实施例中，音调产生器114响应于输入信号104而产生音调。在那些实施例

中，将输入信号104与旁带频率混合以由加法器110相加。在一个示例中，那些音调具有比音调产生器114原本将产生的音调更宽的带宽。在此类实施例的一个版本中，滤波器124是窄带通滤波器，其使来自音调产生器114的音调(经放大信号中)衰减。在一些实施例中，发射器100包含用于执行此衰减的额外滤波器。

[0019] 图3是发射器200的另一实施例的框图。发射器200以与发射器100类似的方式操作，只不过发射器200处理复信号的两个分量，例如I分量及Q分量。发射器200具有输入级202，输入级202接收复信号。在此示例中，输入级202接收：(a)第一信号204，其表示复信号的I分量；及(b)第二信号206，其表示复信号的Q分量。第一信号204由发射器200的第一部分(“I处理器”)210接收，第一部分210处理复信号的I分量。第二信号206由发射器200的第二部分(“Q处理器”)212接收，第二部分212处理复信号的Q分量。

[0020] 参考I处理器210，第一信号204由取样电路214接收，取样电路214对第一信号204进行取样。在一些实施例中，取样电路214产生并输出表示I分量的经脉冲编码或经量化信号。

[0021] 来自取样电路214的输出信号由SDM 216接收。在一些实施例中，SDM 216被称作过取样调制器，其具有比尼奎斯特(Nyquist)取样率更大的取样率。在一些实施例中，所述取样率是尼奎斯特取样率的多倍。因此，高频率非线性通常处于经调制带宽之外。音调产生器220产生上文所述的音调。SDM 216包含环路滤波器222，环路滤波器222从加法器223接收输出信号并对所述输出信号进行滤波。来自滤波器222的输出信号由加法器224接收，加法器224将此输出信号与来自音调产生器220的音调相加。来自加法器224的输出信号由量化器226接收并量化。加法器223从量化器226接收经量化输出信号(其为来自SDM 216的输出信号)并从SDM 216从电路214所接收的信号减去此经量化输出信号。

[0022] Q处理器212与I处理器210具有相同类型的组件并执行相同类型的操作，只不过Q处理器212是响应于第二信号206(而非第一信号204)而操作。因此，Q处理器212包含取样电路230及SDM 232。在图3的实施例中，对来自SDM 216的输出信号进行取样、滤波，且给第一信号204的经量化I分量加上来自音调产生器220的音调(“I信号”)。同样地，对来自SDM 232的输出信号进行取样、滤波，且给第二信号206的经量化Q分量加上来自耦合到SDM 232的音调产生器的音调(“Q信号”)。在一个实施例中，SDM 232大致上等同于SDM 216，且所述音调产生器彼此大致上等同。

[0023] I信号及Q信号由发射调制器238接收。在一些实施例中，调制器238大致上类似于图1的调制器120。因此，调制器238的示例包含LINC(使用非线性分量进行的线性调制)及AMO(非对称多级异相)调制器。

[0024] 调制器238包含耦合到SDM 216及232的信号分量分离器240。在图3的实施例中，分离器240将I信号及Q信号(分别来自SDM 216及232)转换成表示I信号及Q信号的S1及S2相位的两个相位信号(即，S1及S2)。因此，分离器240产生：S1相位信号，其作为表示S1相位的电压；及S2相位信号，其作为表示S2相位的电压。

[0025] S1相位信号由第一相位调制器242接收并调制。类似地，S2相位信号由第二相位调制器244接收并调制。因此，相位调制器242及244产生并输出包含音调的那些经相位调制信号。在说明性实施例中，由SDM 216及232输出的信号被量化，因此S1及S2相位信号被量化为预定数目个相位。

[0026] 来自第一相位调制器242的经调制输出信号由第一放大器246接收，且来自第二相位调制器244的经调制输出信号由第二放大器248接收。在一些实施例中，放大器246及248是功率放大器且将那些信号放大到用于射频(RF)发射的功率电平。如在来自调制器238的经调制输出信号中所表示，来自音调产生器(例如来自音调产生器220)的音调的频率：(a)处于信号204及206的经调制带宽之外；及(b)处于放大器246及248的频率范围内。因此，放大器246及248的平均操作功率大于在不放大音调的情况下原本将实现的平均操作功率，因此峰均比(PAR)较低。举例来说，平均发射功率与平均消耗功率的比值增加。以此方式，放大器246及248以较高平均功率操作，因此其更加有效地操作。

[0027] 来自放大器246及248的经放大信号由功率组合器250接收，功率组合器250组合那些经放大信号。在一些实施例中，功率组合器250包含滤波器，例如用以使音调衰减因此使其不被发射的带通滤波器。功率组合器250将经组合信号输出到与负载R_L相匹配的天线(未展示)。负载R_L为天线或其它发射装置提供阻抗匹配。在一些实施例中，负载R_L(连同其它阻抗匹配装置)提供额外滤波。

[0028] 图4是I处理器210的操作的流程图300，I处理器210是处理器210及212中的代表者。在步骤302处，接收输入信号的第一分量。在步骤304处，通过调制第一分量并将至少一个音调与所述第一分量相加来产生第一信号。在步骤306处，通过调制第一信号来产生第二信号。在步骤308处，由放大器放大第二信号，其中所述至少一个音调增加放大器的平均功率。在步骤310处，在放大之后从经放大第二信号滤波出所述至少一个音调。

[0029] 参考图1及2，已发现在功率放大器122处在音调152及154上所耗费的能量与在所述功率放大器处在发射载波150时所节省的能量相比可忽略不计。在一些实施例中，在音调152及154上耗费少于总发射功率的1％。然而，音调152及154对整体信号分布进行重新整形，使得功率放大器122主要以对应于更加有效操作点的较大振幅值操作。在一些实施例中，通过加上音调152及154，功率放大器122的平均效率从10％增加到50％。举例来说，如果所节省的功率等于平均功率的0.9倍减去平均功率的0.5倍，那么所节省的功率等于平均功率的0.4倍。如果产生音调152及154所使用的额外功率等于平均功率的百分之一，那么额外功率等于平均功率的0.01倍。因此，所节省的总功率等于平均功率的0.39倍。

[0030] 在权利要求书的范围内，可对所描述实施例作出修改，且可作出其它实施例。

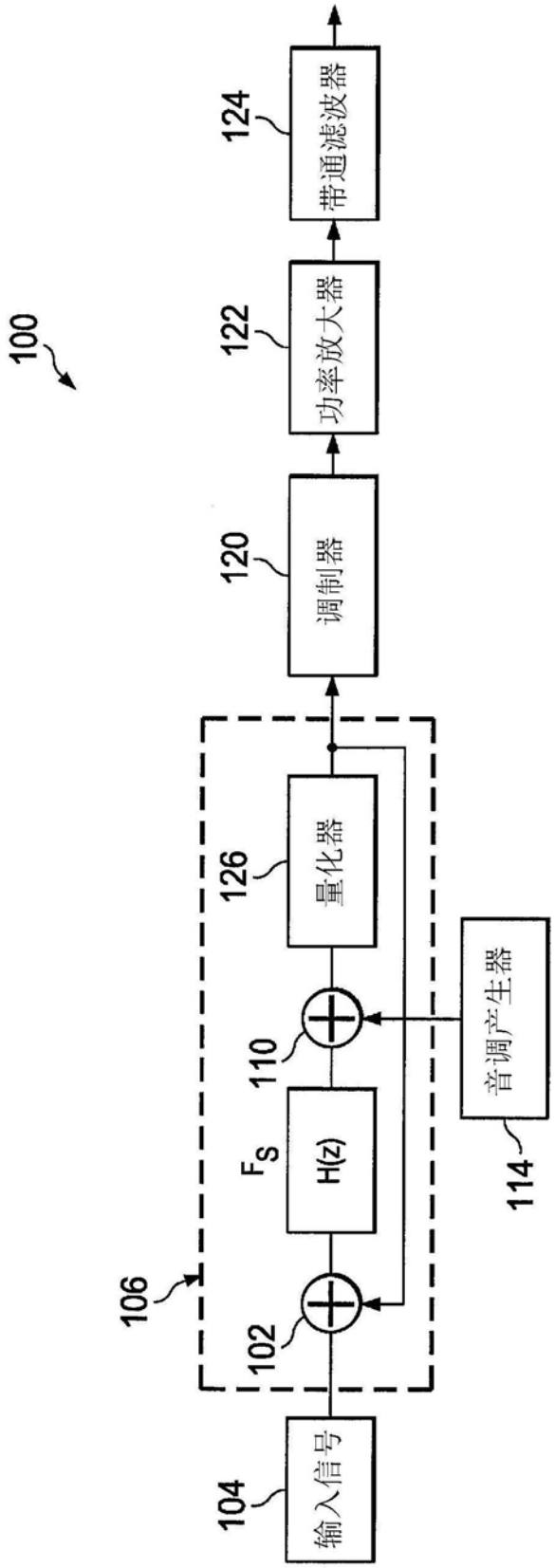

100
124
带通滤波器
122
功率放大器
120
调制器
126
量化器
110
F_S
H(z)
102
106
104
输入信号
音调产生器
114

图1

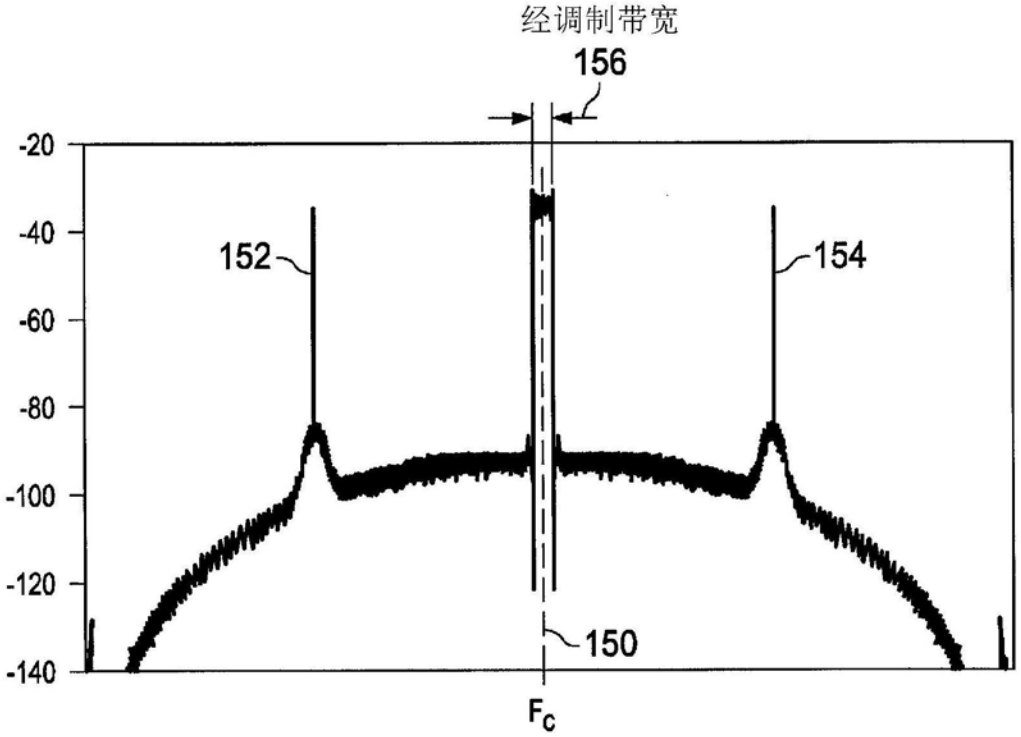

经调制带宽
156
-20
-40
-60
-80
-100
-120
-140
152
154
150
Fc

图2

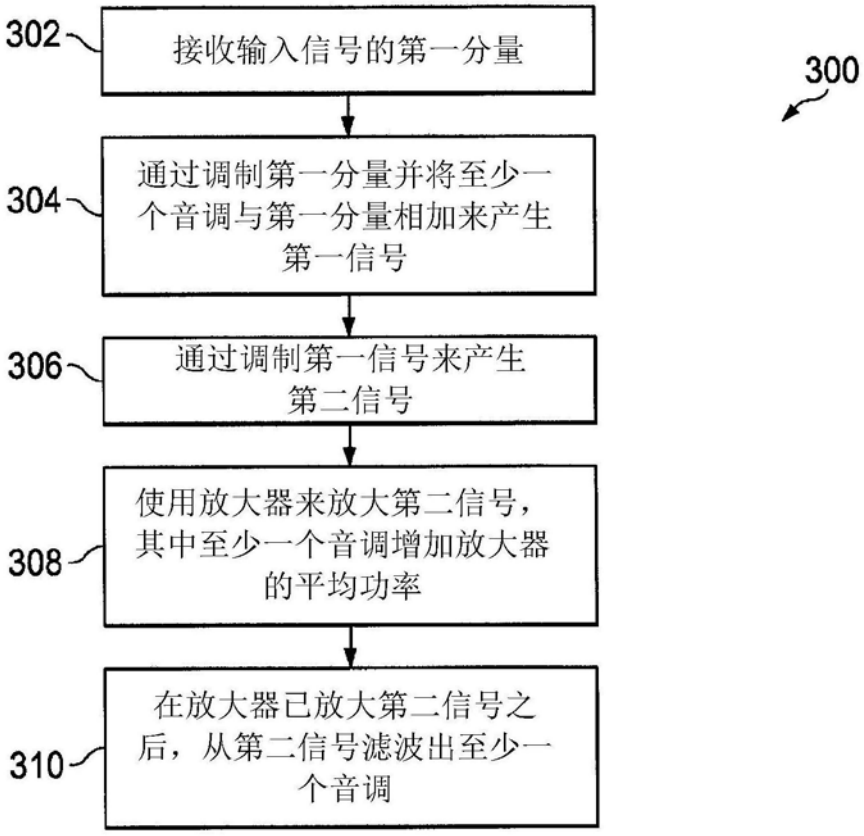

302
接收输入信号的第一分量
300
304
通过调制第一分量并将至少一个音调与第一分量相加来产生第一信号
306
通过调制第一信号来产生第二信号
308
使用放大器来放大第二信号，其中至少一个音调增加放大器的平均功率
310
在放大器已放大第二信号之后，从第二信号滤波出至少一个音调

图4

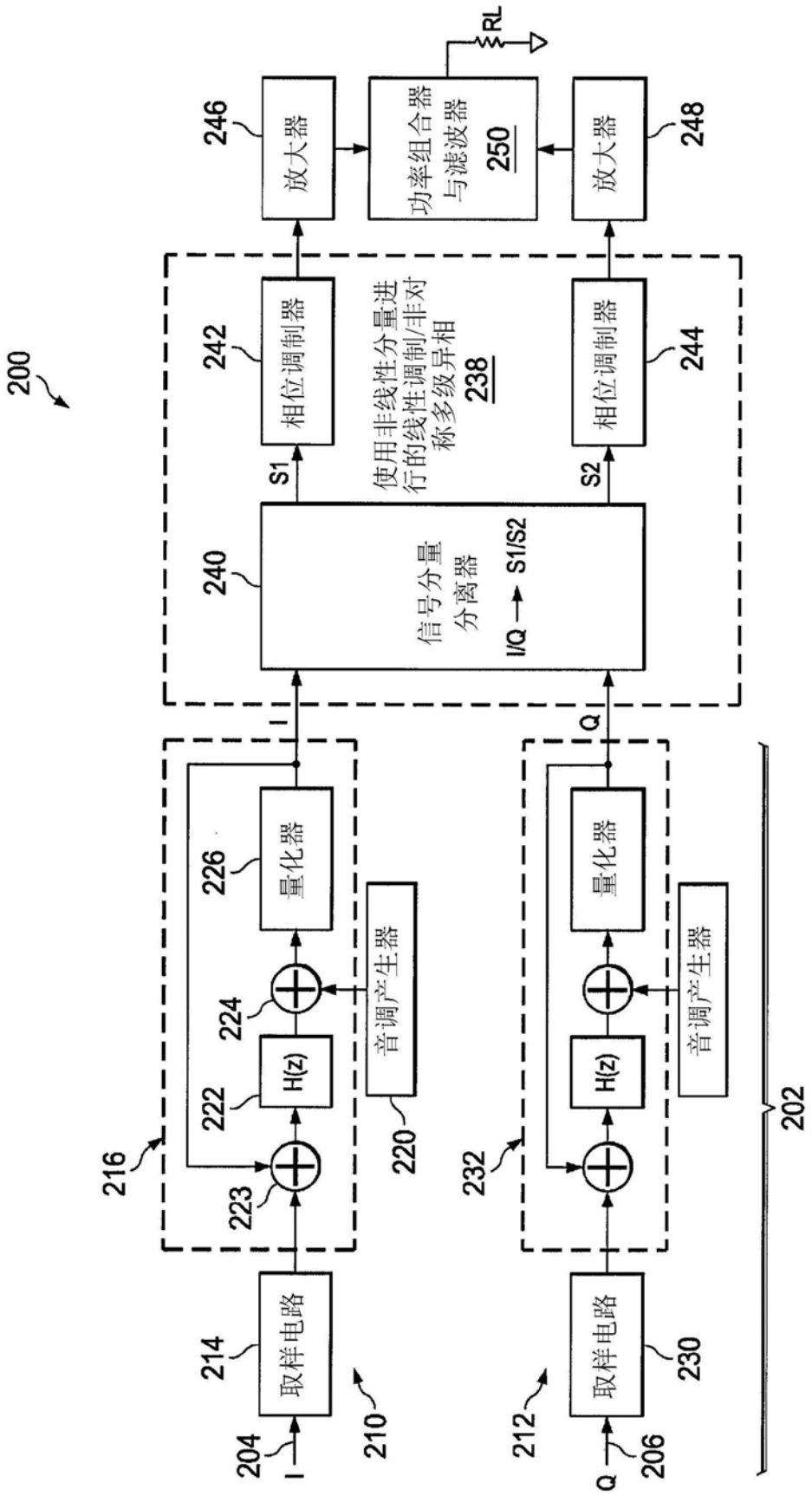

200
RL
246
放大器
功率组合器
与滤波器
250
248
放大器
242
相位调制器
使用非线性分量进
行的线性调制/非对
称多级异相
238
244
相位调制器
S1
S2
240
信号分量
分离器
I/Q → S1/S2
I
Q
216
226
量化器
224
H(z)
222
223
音调产生器
220
232
量化器
H(z)
音调产生器
202
214
取样电路
204
I
210
212
取样电路
230
Q
206

图3