[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H04L 27/38

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97198726.2

[45] 授权公告日 2004 年 11 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1175641C

[22] 申请日 1997.10.6 [21] 申请号 97198726.2

[30] 优先权

[32] 1996.10.11 [33] GB [31] 9621250.1

[32] 1997. 2.27 [33] US [31] 08/805,198

[86] 国际申请 PCT/US1997/017829 1997.10.6

[87] 国际公布 WO1998/017038 英 1998.4.23

[85] 进入国家阶段日期 1999.4.12

[71] 专利权人 汤姆森消费电子有限公司

地址 美国印第安纳州

[72] 发明人 P·G·克尼特松

J·S·斯特瓦特 K·拉马斯瓦麦

审查员 陈 谦

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

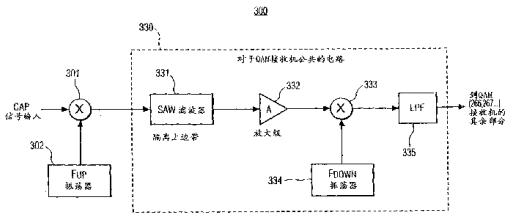
代理人 邹光新 王 岳

权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于 CAP 信号的接收机信号处理系统

[57] 摘要

CAP 信号由 QAM 解调器网络(图 2，250)处理。 QAM 网络使得 CAP 信号以它的中心频率旋转，该旋转在 CAP 信号被输送到公用网络之前被去除。 在模拟方案中(图 3)，CAP 信号被上变频，以使得其中心频率在 Fad/4 处，这样 QAM 处理器可使用通常的 1，0，－1，0 解调序列，来把 CAP 信号变成基带，替换地，通过使用数字技术(图 4)，而不需要上变频，并且用数字控制振荡器(406)和完全乘法器来代替 1，0，－1，0 解调序列，以允许 QAM 处理器把 CAP 信号变成基带。



ISSN1008-4274

1.用于处理无载波 AM/PM(CAP)信号的接收机，包括:

第一装置（266，267; 402，403），用于使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转，它包括:

-振荡器（406），其响应于该 CAP 信号以将所述模拟 CAP 信号上变频到一个通频带中的更高频率上;

-滤波器装置（252，253），其响应于所述上变频的模拟 CAP 信号来对所述在通频带中的更高频率信号进行滤波;

-变换器装置（400），其响应于所述滤波器装置以将所述滤波后的模拟 CAP 信号的频率居中移至一个与该接收机的模拟到数字（A/D）采样速率有关的频率;

-解调器（402，403），其响应于所述变换器装置以将所述频率变换后的滤波模拟 CAP 信号解调来将所述 CAP 信号移至基带，该解调器包括一个模拟到数字转换器，其中所解调的 CAP 信号围绕该模数转换器旋转; 以及

第二装置（500），用于去除 CAP 信号绕中心频率的旋转。

2.权利要求 1 的接收机，其特征在于，所述第二装置还包括载波跟踪环（262），该载波跟踪环包括具有一个输出端的 CTL 环路滤波器（502），具有第一和第二输入端的加法器（510），该加法器的第一输入端被耦连到 CTL 环路滤波器的输出端，以及具有被耦合到加法器输出端的输入端的 CTL 振荡器（511），其中加法器的第二输入端被耦合到去旋转信号（fc），其中去旋转信号具有非零值，足以使得 CTL 去除 CAP 信号绕中心频率的旋转。

3. 权利要求 1 的接收机，其特征在于，所述解调装置（266，267）包括一个 1，0，-1，0 序列解调器（266，267），而所述与模拟到数字采样速率有关的频率为该 A/D 采样速率的四分之一。

4. 权利要求 1 的接收机，其特征在于，所述接收机是一个正交幅度调制（QAM）接收机。

5.一种用于处理无载波 AM/PM(CAP)信号的接收机，包括:

第一装置（266，267; 402，403），用于使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转，它包括:

－一个模拟到数字（A/D）转换器（401），用于将该 CAP 信号由模拟信号转换为数字信号，所输入到该 A/D 转换器的 CAP 信号具有与模拟到数字采样频率的四分之一不同的一个频率；

－数字解调器（402，403），其被耦连到所述 A/D 转换器的输出端，并包括一个完全乘法器和一个数控振荡器以将所述 CAP 信号移至基带；

第二装置（500），用于去除 CAP 信号绕中心频率的旋转，其中所述第二装置包括一个载波跟踪环（CTL）（262），该载波跟踪环包括具有一个输出端的 CTL 环路滤波器（502），具有第一和第二输入端的加法器（510），该加法器的第一输入端被耦连到 CTL 环路滤波器的输出端，和一个具有被耦合到加法器输出端的输入端的 CTL 振荡器（511），其中加法器的第二输入端被耦合到去旋转信号（fc），其中去旋转信号具有非零值，足以使得 CTL 去除 CAP 信号绕中心频率的旋转.

6.在一个正交幅度(QAM)接收机中用于处理一个无载波 AM/PM(CAP)模拟信号的方法，包括以下步骤:

使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转，其是通过以下步骤来实现的:

－将所述模拟 CAP 信号上变频到一个通频带中的更高频率上;

－对所述在通频带中的更高频率进行滤波;

－将所述滤波后的模拟 CAP 信号的频率变换至一个与该接收机的模拟到数字（A/D）采样速率有关的频率;

－将所述频率变换后的滤波模拟 CAP 信号解调，该解调步骤包括一个模拟到数字转换步骤；以及

去除 CAP 信号绕中心频率的旋转.

7.权利要求 6 的方法，其特征在于，所述去除 CAP 信号绕中心频率旋转的步骤是由正交幅度调制（QAM）接收机的载波跟踪环在完成基带信号处理的基础上来实现的，该步骤包括:

－对所解调的 CAP 信号进行滤波以产生该解调信号的频率和相位误差的一个滤波后的信号指示;

－将具有该 CAP 信号的一个中心频率的信号加到所述滤波信号上以产生一个合成信号；和

－利用一个数控振荡器来处理所述合成信号以去除该 CAP 信号绕中心频率旋转。

8. 用于处理一个无载波 AM/PM(CAP)信号的方法，包括以下步骤：

使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转，它是通过以下步骤来实现的：

－对该 CAP 信号执行一个模拟到数字转换（A/D）过程，其中所述在 A/D 转换之前的 CAP 信号具有与模拟到数字采样频率的四分之一不同的一个频率；

－利用一个包括一个完全乘法器和一个数控振荡器的数字解调器来对该经 A/D 转换的 CAP 信号进行解调以将所述 CAP 信号移至基带；和

去除 CAP 信号绕中心频率的旋转，它是通过以下步骤来实现的：

－对所解调的 CAP 信号进行滤波以产生该解调信号的频率和相位误差的一个滤波后的信号指示；

－将具有该 CAP 信号的一个中心频率的信号加到所述滤波信号上以产生一个合成信号；和

－利用一个数控振荡器来处理所述合成信号以去除该 CAP 信号绕中心频率旋转.

用于 CAP 信号的接收机信号处理系统

技术领域

本发明涉及数字信号处理系统，具体地，涉及用于处理无载波幅度调制/脉冲调制(AM/PM)（CAP）信号的接收机。

背景技术

CAP 收发信机用来发射和接收在传输媒体上的调制的信号，例如非对称数字用户线（ADSL）应用项。CAP 是一种带宽经济的二维通带行代码，其中符号数据被组织成 I 和 Q 对。在这种系统中，I 和 Q 数据用具有公共通带的正交的 I 和 Q 带通滤波器来滤波。CAP 主要打算被用于相对较简单的通信链路，其中每个信道只有一个频率分段。采用 CAP 后，所有处理都在滤波器的通带内完成，这消除了对载波跟踪环（CTL）的需要，代价是由于所发送的脉冲的频率所引起的更严格的符号定时约束条件，该脉冲频率比起许多其它调制方案的脉冲频率高。CAP 系统被详细描述于 J.J.Werner 的“Tutorial on Carrierless AM/PM（有关无载波幅度调制/脉冲调制（AM/PM）的教程）”中，1992 年 6 月 23 日（UTP Develop Forum（开发讨论会），ANSI X3T9.5 TP/PMD Working Group(工作小组)）。

许多最终用户不具有能够接收这样的 CAP 信号的 CAP 接收机。例如，许多消费者具有现有的与 CAP 不兼容的电缆机顶收发信机设备。由于安装新的与 CAP 信号兼容的 CAP 接收机的通常很贵的费用，希望改进现有的接收机以便能接收 CAP 信号。

发明内容

本发明的目的是为了提供一种用于处理无载波 AM/PM(CAP)信号的接收机及其方法。

根据本发明的一个方面，公开了一种可以用于处理无载波 AM/PM(CAP)信号的接收机，它包括：第一装置，用于使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转；和第二装置，用于去除 CAP 信号绕中心频率的旋转，其中该第一装置包括：振荡器，其响应于该 CAP 信号以将所述模

拟 CAP 信号上变频到一个通频带中的更高频率上；滤波器装置，其响应于所述上变频的模拟 CAP 信号来对所述在通频带中的更高频率进行滤波；变换器装置，其响应于所述滤波器装置以将所述滤波后的模拟 CAP 信号的频率居中至一个与该接收机的模拟到数字（A/D）采样速率有关的频率；解调器，其响应于所述变换器装置以将所述频率变换后的滤波模拟 CAP 信号解调来将所述 CAP 信号移至基带，该解调器包括一个模拟到数字转换器，其中所解调的 CAP 信号围绕该模数转换器旋转。

根据本发明的另一个方面，公开了另一种用于处理无载波 AM/PM(CAP)信号的接收机，它包括第一装置，用于使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转；和第二装置，用于去除 CAP 信号绕中心频率的旋转，其中第一装置包括：一个模拟到数字（A/D）转换器，用于将该 CAP 信号由模拟信号转换为数字信号，所输入到该 A/D 转换器的 CAP 信号具有与模拟到数字采样频率的四分之一不同的一个频率；数字解调器，其被耦连到所述 A/D 转换器的输出端，并包括一个完全乘法器和一个数控振荡器以将所述 CAP 信号移至基带；第二装置，用于去除 CAP 信号绕中心频率的旋转；而第二装置包括一个载波跟踪环（CTL），该载波跟踪环包括具有一个输出端的 CTL 环路滤波器，具有第一和第二输入端的加法器，该加法器的第一输入端被耦连到 CTL 环路滤波器的输出端，和一个具有被耦合到加法器输出端的输入端的 CTL 振荡器，其中加法器的第二输入端被耦合到去旋转信号（fc），其中去旋转信号具有非零值，足以使得 CTL 去除 CAP 信号绕中心频率的旋转.

根据本发明的再一个方面，公开了在一个正交幅度（QAM）接收机中用于处理一个无载波 AM/PM(CAP)模拟信号的方法，该方法包括以下步骤：（a）使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转，其是通过以下步骤来实现的：

- 将所述模拟 CAP 信号上变频到一个通频带中的更高频率上；
- 对所述在通频带中的更高频率进行滤波；
- 将所述滤波后的模拟 CAP 信号的频率变换至一个与该接收机的模拟到数字（A/D）采样速率有关的频率；
- 将所述频率变换后的滤波模拟 CAP 信号解调，该步骤包括一个模拟到数字转换步骤；以及

（b）去除 CAP 信号绕中心频率的旋转。

根据本发明的另一个方面，公开了一种用于处理一个无载波AM/PM(CAP)信号的方法，包括以下步骤：

使得 CAP 信号绕 CAP 信号的中心频率旋转，它是通过以下步骤来实现的：

- 对该 CAP 信号执行一个模拟到数字转换（A/D）过程，其中所述在 A/D 转换之前的 CAP 信号具有与模拟到数字采样频率的四分之一不同的一个频率；
- 利用一个包括一个完全乘法器和一个数控振荡器的数字解调器，对该经 A/D 转换的 CAP 信号进行解调以将所述 CAP 信号移至基带；和

去除 CAP 信号绕中心频率的旋转，它是通过以下步骤来实现的：

- 对所解调的 CAP 信号进行滤波以产生该解调信号的频率和相位误差的一个滤波后的信号指示；
- 将具有该 CAP 信号的一个中心频率的信号加到所述滤波信号上以产生一个合成信号；和
- 利用一个数控振荡器来处理所述合成信号以去除该 CAP 信号绕中心频率旋转.

从而，本发明为用户提供了一种可以改进现有接收机来接收 CAP 信号的解决方案。

附图说明

在附图中：

图 1 是 CAP 收发信机系统的方框图；

图 2 是 QAM 收发信机系统的方框图；

图 3 是按照本发明的一个实施例改进的一种改进 QAM 接收机部分的方框图；

图 4 是按照本发明的第二实施例改进的第二改进 QAM 接收机部分的方框图；

图 5 是按照本发明的图 4 或 5 的 QAM 接收机的改进的载波跟踪环的方框图。

具体实施方式

符号星座图

在本发明中，QAM 接收机被改进来接收 CAP 信号。在 CAP 或 QAM 系统中，发射的数据符号由“I”和“Q”正交分量代表。每个符号包括几个比特，以及比特/符号的数目支配了 QAM（或 CAP）系统的类型，即 16-QAM，32-QAM 等等。在 16-QAM 系统中，例如，存在 16 个可能的 4-比特符号，每个通过使用查找表（例如 ROM）被变换（分配）到以四象限栅格状星座图形式的规定的坐标。规定的符号数目占用每个象限中的分配的区域。在 32-QAM（或 32-CAP）系统中，星座图的每个象限包含在预定的对于正交的 I 和 Q 轴的坐标处的 8 个符号。

CAP 收发信机系统

现在参照图 1，图上显示了包含 CAP 发射机 110，CAP 接收机 150 与发射信道 120 的 CAP 收发信机 100 的方框图。CAP 发射机 110 包括符号产生器 111，同相滤波器 112，正交滤波器 113，以及被耦合到发射信道 120 的相加节点 115。CAP 接收机 150 包括同相滤波器 152，正交滤波器 153，每个被耦合到发射信道 120 的定时恢复机构 154，以及被耦合到符号-数据变换器 157 的采样装置 155。在一个实施例中，发射信道 120 是标准电话双绞线。

符号产生器 111 接收输入数据信号（Data In），并把每个要被发射的输入数据值变换成符号对或在具有实数 I（同相）和虚数 Q（正交）轴的复数信号星座上相应的星座点的坐标对 Ixs 和 Qxs。Ixs 和 Qxs 被 L-1 个零间隔开，其中 L 是每个符号的样本数。滤波器 112 和 113 是具有公共的通带的正交脉冲成形滤波器。滤波器 112 和 113 接收符号 Ixs(n) 和 Qxs(n)，并分别产生信号 Ix(n)和 Qx(n)，其中 n 是采样指数，以及 Ix(n)=Pi*Ixs(n)和 Qx(n)=Pq*Qxs(n)。滤波器 112 和 113 的脉冲成形滤波函数 Pi，Pq 是通过把公共的 M 抽头根号升余弦滤波器 P 频移到 Fc 而得出的，其中 Fc 是滤波器 112 和 113 的脉冲成形滤波函数 Pi 和 Pq 的中心频率或载波频率。这样，$Pi_k=Pk\cdot\cos((2\cdot\pi\cdot Fc\cdot k)/(Fs\cdot sps))$，和 $Pq_k=Pk\cdot\sin((2\cdot\pi\cdot Fc\cdot k)/(Fs\cdot sps))$ 对于 $k=-(M/2),-(M/2)+1,\ldots(M/2)-1$，其中数值 sps 代表在滤波器中所使用的每个符号的样本数目，Fs 是符号速率，以及 k 是指数变量。这样，不像在 QAM 发射机中那样，如

下面参照图 2 所讨论的，输入符号数据 Ixs(n)和 Qxs(n)不被旋转；而是输入符号数据只被根号升余弦正交带通滤波器 112 和 113 滤波．这产生了 CAP 信号，除了所发射的数据没有以载波频率 Fc 旋转以外，它在某些方面相似于 QAM 信号，正如它处在 QAM 系统中那样．

相加节点 115 输出的相加的信号 Ix(n)+Qx(n)在通过传输信道 120 发射．由相加节点 115 输出的相加的信号 Ix(n)+Qx(n)在通过传输信道 120 发射之前典型地被传递通过数-模转换器（DAC）和插入的低通滤波器（未示出）．而且，在替换的实施例中，相加节点 115 可以把信号 Ixs(n)和 Qxs(n)进行相减，而不是相加。

信号 Ix(n)+Qx(n)被 CAP 接收机的 Pi 和 Pq 滤波器 152，153 接收，它们在相位和幅度响应上与 CAP 发射机 110 的滤波器 112，113 有关．CAP 接收机 150 具有的结构类似于 CAP 发射机 110 具有的同相和正交滤波器的并行排列的结构．滤波器 152，153 产生信号 Ix(n)和 Qx(n)，它们被提供给采样装置 155．定时恢复装置 154 恢复所发射的数据的定时，并把定时数据提供给采样装置 155 来正确地采样信号 Ix(n)和 Qx(n)，以产生 Ixs(n)和 Qxs(n)，它们被符号-数据变换器 157 使用，以提供相应的星座点的坐标，从而提供由星座点代表的数据。

QAM 收发信机系统

现在参照图 2，图上显示了包含 QAM 发射机 210 和 QAM 接收机 250 的 QAM 收发信机系统 200 的框图．QAM 发射机 210 包括符号产生器 211，基带脉冲成形滤波器 212，基带脉冲成形滤波器 213，乘法器 216 和 217，以及通过传输信道（未示出）被耦合到 QAM 接收机 250 的相加节点 215．QAM 接收机 250 包括乘法器 266，267，基带脉冲成形滤波器 252，253，定时恢复机构 254，采样装置 255，复数乘法器 261，载波跟踪环（CTL）262 以及符号-数据变换器 257。

在 QAM 发射机 210 中，整个信号被调制到频率 Fc，正好与 CAP 系统 100 所做的将滤波器进行频移相反。因此，滤波器 212，213 的脉冲成形滤波函数 P 在基带被引用，该上变频的信号以速率 Fc 旋转．在 QAM 接收机 250 处，处理是倒过来进行，恢复所变换的调整的和发射的数据．QAM 系统是在上面参考文献，Werner 的“Tutorial on Carrierless AM/PM（有关无载波 AM/PM 的教程）”，和 Edward A. Lee & David G. Messerschmitt 的专著“Digital Communication(数字通信)”（第二

版，Boston:Kluwer Academic Publishers,1994,pages 20 et seq.，202 et seq.,和 220 et seq.）中讨论的.

在 QAM 收发信机系统 200 中，符号产生器 211 接收输入数据信号（Data In）,并把每个要被发射的输入数据值变换成相应的星座点的坐标对 Ixs 和 Qxs，如图 1 的 CAP 系统中那样。由符号产生器 211 所产生的符号 Ixs（n）和 Qxs（n）分别被传递通过基带脉冲成形滤波器 212，213，以产生限带的 I 和 Q 值。这些限带的 I 和 Q 值分别由乘法器 216，217 被乘以载波和该载波被移相 90 度后的版本。这些调制的组合使得 I 和 Q 值在复平面上绕载波频率旋转，正如本领域的技术人员将明白的。调制器 216 把限带的 I 值乘以 $\cos(2\cdot\pi\cdot Fc\cdot k\cdot T)$,和把限带的 Q 值乘以 $\sin(2\cdot\pi\cdot Fc\cdot k\cdot T)$，其中 Fc 是基带脉冲成形滤波器 212，213 的中心频率，k 是指数变量，以及 1/T 是符号速率。这样 QAM 信号可被看作为由带有 π/2 或 90 度相对相移的两个独立地调制的载波信号组成。滤波器 212，213，和滤波器 252，253 是平方根升余弦（SQRC）滤波器。滤波器 212 和 252 的级联以及滤波器 213 和 253 的级联，每个构成所谓的“奈奎斯特（Nyquist）滤波器”，按照奈奎斯特理论，它得到最小符号间干扰。

所得到的调制的信号流由相加节点 215 相加，以形成 QAM 信号，这样它被看作为提供了在频域中叠加的 I 和 Q 信号的分开的双-单边带调制。典型地，上变频器（未示出）把低频率的 QAM 信号变换到感兴趣的传输信道，例如 VHF 或 UHF 信道。另外，QAM 信号在通过传输信道 120 被发射之前典型地被传递通过数-模转换器（DAC）和插入的低通滤波器（未示出）。

QAM 信号被 QAM 接收机 250 的调谐部分（未示出）接收，它滤出所选择的信道，并把接收信号的频率减小为中频（IF），其输出被加到乘法器 266 和 267。QAM 接收机 250 的部件通常完成在 QAM 发射机 210 中的它们的相反部件的相反功能。例如，接收机 250 也包含 SQRC I 和 Q 滤波器 252，253，它们被“匹配”到发射脉冲波形。由 QAM 接收机 250 接收的 QAM 信号通过由乘法器 266，267 把接收信号相乘而被下变频为基带。这也使得 QAM 信号大大地去旋转。任何剩余的旋转和相位误差被 CTL 262 去除。接着，滤波器 252，253 产生信号 Ir(n)和 Qr(n)，它们被提供给采样装置 255。采样装置通过采样把接收的模拟信号变换成数字。定时恢复机构 254 恢复所发送的数据的定时，并把定时数据提供给

采样装置 255，以使得采样装置 255 能正确地采样信号 Ir(n)和 Qr(n)，它们又产生 Irs(n)和 Qrs(n)。

信号 Irs(n)和 Qrs(n)然后被加到复数乘法器 261，它从 CTL 262 接收跟踪信号，以便去除在乘法器 266，267 进行相乘以后留下的剩余旋转和星座相位误差。CTL 262 接收数据输出信号，并把跟踪信号加到复数乘法器 261，正如本领域技术人员将看到的。复数乘法器 261 的输出被加到符号-数据变换器 257，以提供相应的星座点的坐标，从而提供由星座点所代表的数据。在替换的实施例中，接收的 QAM 信号在被加到乘法器 266 和 267 以前由数模转换器 ADC 转换成数字。在这种情况下，采样装置 255 被插值器代替，正如本领域技术人员将看到的。

用 QAM 接收机接收 CAP 信号

正如本领域技术人员将看到的，QAM 系统 200 包含 CAP 系统 100 中所没有的控制环。在 QAM 系统中，载频 Fc 和符号定时时钟必须在相位和频率上被锁定到发射机。在 CAP 系统中，只须锁定符号定时信息。在标准的 QAM 接收机中，QAM 接收机被设计来解调具有采样装置 255 的 ADC 采样速率 Fad 的四分之一的中心频率 Fc 的 QAM 信号，即 Fc=Fad/4。这允许使用 1，0，-1，0 序列以乘法器 266，267 来解调接收的 QAM 信号。在这样一个序列中，被发送到 QAM 接收机 250 的乘法器 266，267 的余弦和正弦信号可以简单地是 1，0，-1，0 序列，这允许使用要被用来完成乘法器 266，267 功能的简单的乘法器装置。关系式 Fc=Fad/4 有利地连同与 1，0，-1，0 序列有关的正弦的（正弦/余弦）被乘数函数一起被使用。然而，在 Fc 和 Fad 之间的其它关系也能按照特定系统的需要被使用。可替换地，如果 ADC 在乘法器 266，267 的输入端处被使用，则乘法器 266，267 是包括数字控制振荡器（NCO）的数字调制器的数字乘法器或混频器。

在本发明中，对 QAM 接收机执行两种调制中的一种，以使得 QAM 接收机能接收 CAP 信号。为了把 CAP 信号的中心设在频率 Fc 上，在此频率上 QAM 接收机可使用 1，0，-1，0 序列来解调，CAP 信号可在模拟的频域中被上变频和下变频。替换地，在使用数字解调器的地方，数字解调器可被改进成接受不是 Fad/4 的中心频率，这样 CAP 信号在被加到改进的 QAM 接收机的输入端以前不需要被上变频和下变频。因此，在使用模拟技术的本发明的一个实施例中，如在下面参照图 3 所讨论的，接收

的 CAP 信号被移位，以使得中心在 Fad/4，这样，在 QAM 解调器中的标准的 1，0，-1，0 解调器系统可把信号带到复数基带。在使用数字技术的第二实施例中，如下面参照图 4 所讨论的，数字解调器的 1，0，-1，0 解调被改变成使一个完全乘法器和 NCO 相合并，以便允许 QAM 接收机把 CAP 信号移位到基带。为了去除在由 QAM 接收机通过这些技术的任一种技术接收 CAP 信号以后留下的旋转，CTL 也被改进来去除这种旋转，如参照图 5 所讨论的。

改进的 QAM 接收机：模拟技术

现在参照图 3，图上显示了改进的 QAM 接收机的部分 300 的方框图，它是按照以上描述的能接收由图 1 的 CAP 发射机 110 发射的 CAP 信号的模拟技术而被改进的。在 QAM 接收机部分 300 中，Fup 振荡器 302 和混频器 301 被加到标准 QAM 接收机的输入级。混频器 301 的输出被加到调谐器级 330 的输入端，它利用对于标准 QAM 接收机调谐器通用的部件。调谐器级 330 包括声表面波（SAW）滤波器 331，放大级 332，乘法器 333，和 Fdown 振荡器 334，以及低通滤波器 335。

在 QAM 接收机部分 300 中，输入的 CAP 信号被加到乘法器 301，它把 CAP 信号上变频到更高的频率。对于典型的比特率，例如 DAVIC 比特率 C 和 D，需要具有类似于 SAW 滤波器的陡度的滤波器，以便把变频的信号的上边带与下边带分开。这样，乘法器 301 的输出被加到调谐器级 330 的 SAW 滤波器 331 的输入端。由振荡器 302 产生的频率 Fup 被选择来把由混频器 301 产生的上变频的信号的上边带放置到 SAW 滤波器的通带中。在级 330 内，Fdown 振荡器 334 被选择来使得信号中心在 Fc=Fad/4，或采样装置 255 的 ADC 采样速率的四分之一。

级 330 的输出被加到 QAM 接收机的其余部分，该接收机与图 2 的 QAM 接收机 250 相同，除了对 CTL 去旋转器进行改进以外，参照图 5 所讨论的。具体地，级 330 的输出被加到图 2 的 QAM 接收机 250 的乘法器 266 和 267 的输入端。在乘法器 266，267 解调以后，解调的 CAP 信号以它的中心频率 Fc 旋转，不像 QAM 信号，它在 QAM 接收机 250 处将被很大地去旋转。因此，为了把接收的符号去旋转，CTL 需要被改进，以提供 Fc 去旋转器。这样，对于图 3 所示的实施例，CTL 去旋转器也被改进，如下面对于图 5 所讨论的。

改进的 QAM 接收机：数字技术

现在参照图 4，图上显示了第二改进的 QAM 接收机的数字 CAP 到 QAM 接口部分 400 的方框图，它是按照以上描述的能接收由诸如图 1 的 CAP 发射机 110 那样的 CAP 发射机发射的 CAP 信号的数字技术而被改进的。在 QAM 接口部分 400 中，标准 QAM 接收机的 1，0，-1，0 数字解调器在 QAM 接收机的中频（IF）输入端处被以图 4 的数字 CAP 到 QAM 接口 400 代替。接口 400 把一个完全乘法器（例如复数乘法器）和 NCO 相合并，以便允许 QAM 接收机把 CAP 信号移位到基带。通过适当的增益调节，这样 CAP 信号可被直接加到 ADC 401，而不必如在 QAM 接收机部分 300 中所做的被上变频。

接口 400 包括被耦合到乘法器或混频器 402 和 403 的输入端的 ADC 401。这些乘法器代替图 2 的 QAM 接收机 250 的乘法器 266 和 267 的功能。乘法器 402 和 403 的输出被加到滤波器 252 和 253，它们的输出被加到采样装置 255，采样装置在本实施例中是内插器，因为模拟-数字转换已经完成。提供接收的 CAP 信号的中心频率的 NCO 也被加到乘法器 402 和 403 的输入端。这代替了在输入信号具有 Fad/4 的频率时所使用的较简单的 1，0，-1，0 序列。完全乘法器 402 和 403 也在本实施例中被使用，而在 NCO 产生较简单的 1，0，-1，0 正弦序列时不使用可能的较简单的乘法器。

通过这个实施例，CTL 去旋转器也被改进，如在下面参照图 5 所讨论的。

对于模拟和数字技术的 QAM 接收机的改进的 CTL 去旋转器

载波跟踪是由诸如 QAM 接收机 250 那样的 QAN 接收机执行的 QAM 解调的主要部分。CAP 系统通过不在载波频率上旋转数据而避免这个问题。然而，已经确定，如果 QAM 接收机是要解调 CAP 信号和变频是所执行的信号处理的一部分，则多半是将需要载波跟踪，因为变频器将旋转该数据。幸运地，当把静止中心频率加到 CTL NCO 时，由变频调谐误差引起的偏移是与对于 QAM 系统存在的偏移可比较的，它可以以标准方式被校正。

现在参照图 5，图上显示了按照本发明的改进的 CTL 500 的方框图，它代替 QAM 接收机的 CTL 262。这种改进是必须的，因为当 CAP 由乘法器 266 和 267（对于图 3）或乘法器 402 和 403（对于图 4）被变换到基带时，CAP 符号以 Fc 旋转。当 CAP 信号被 QAM 接收机接收时，CAP 信号

不像 QAM 信号那样旋转。然而，QAM 接收机将通过把接收的 CAP 信号与载波相乘而把该信号下变到基带，该载波是 CAP 信号的中心频率，它使得信号以 Fc 旋转。这样，为了恢复数据，CAP 符号必须把 Fc 旋转从它们中除去。中心频率只有在所有基带信号处理以后才能被除去，因为加回中心频率以去除旋转将使信号移出基带。这需要在信号被转换到每个符号 1 个样本以便均衡或限幅时，执行该中心频率的去旋转。因此，数据的去旋转必须在诸如 QAM 接收机 250 那样的 QAM 接收机的脉冲成形滤波器 252 和 253 以后进行。

因之，在本发明中，去旋转由 CTL 500 实现。这允许 CTL 导出由变换造成的误差，以及恢复原先的符号数据。改进的 CTL 包括用于产生 CTL 相位误差的 CTL 相位误差检测器 501，CTL 环路滤波器 502，加法器 510，和 NCO 511。相位误差检测器 513 通过接收数据输出（Data Out）信号产生 CTL 相位误差，正如将看到的。CTL 环路滤波器 502 产生一个表示所处理的信号的频率和相位误差的信号。在标准 CTL 中，CTL 环路滤波器 502 的输出将被直接加到 NCO 511 的输入端，该 NCO 将产生正确的正弦信号来控制复数乘法器 261 的相乘，以便于减小误差。这通常被使用来消除前面所讨论的剩余旋转和相位误差。在本发明中，加法器 510 和信号 Fc 被相加以允许 CTL 500 也去除由以频率 Fc 旋转的 CAP 信号造成的旋转。当处理器或用户确定一个 QAM 信号正在被接收时，Fc 信号可被切换到零，这样零被加到由 CTL 环路滤波器输出的误差信号上，以便模拟在接收 QAM 信号时 QAM 接收机的常规的 CTL 的运行。

Fc 切换可以以各种不同方式来完成。例如，信号 Fc 可从切换的源被提供，该切换源响应于来自识别 CAP 信号的存在与否的传感器网络的控制信号而提供信号 Fc 或零值给加法器 510。例如，观察者可以从菜单显示来选择视频节目。与选择有关的和与所选择的源材料的提供者有关的转换将提供识别符信号，表示所选择的材料将通过 CAP 或 QAM 格式被输送。识别符将被比较器感知，以导出控制信号。

正如将看到的，在替换的实施例中，本发明的改进的 QAM 接收机和部件可以在处理器中以数字信号处理软件被部分地或全部地实现。模拟系统可以需要或不一定需要 NCO。给定的 NCO 适合于用于产生前面提到的 1，0，-1，0 解调序列。

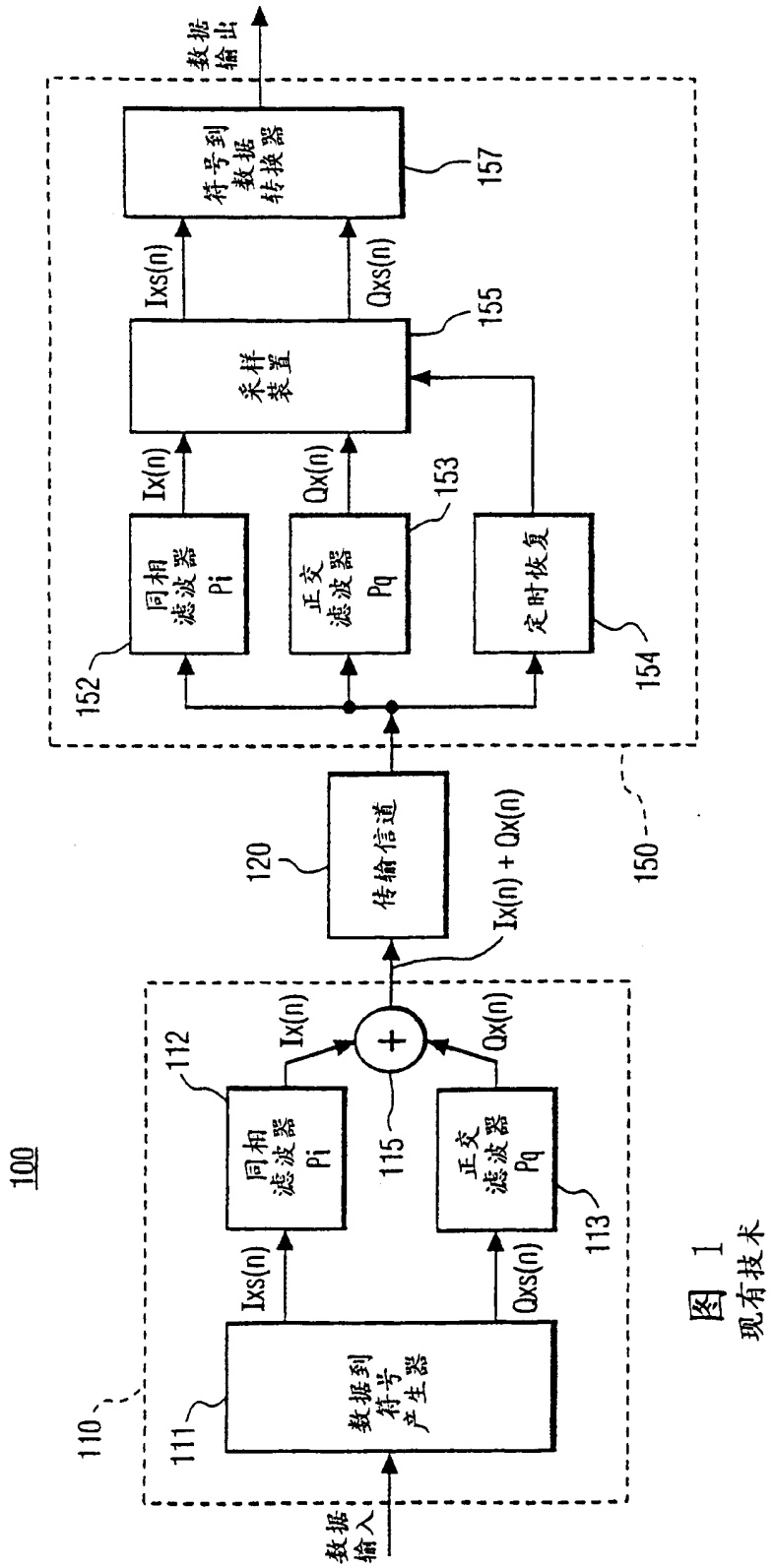

100
110
111
数据到符号产生器
Ixs(n)
Qxs(n)
112
同相滤波器 Pi
113
正交滤波器 Pq
115
Ix(n)
Qx(n)
Ix(n) + Qx(n)
120
传输信道
150
152
同相滤波器 Pi
153
正交滤波器 Pq
154
定时恢复
Ix(n)
Qx(n)
155
采样装置
Ixs(n)
Qxs(n)
157
符号到数据转换器
数据输出
数据输入

图 1
现有技术

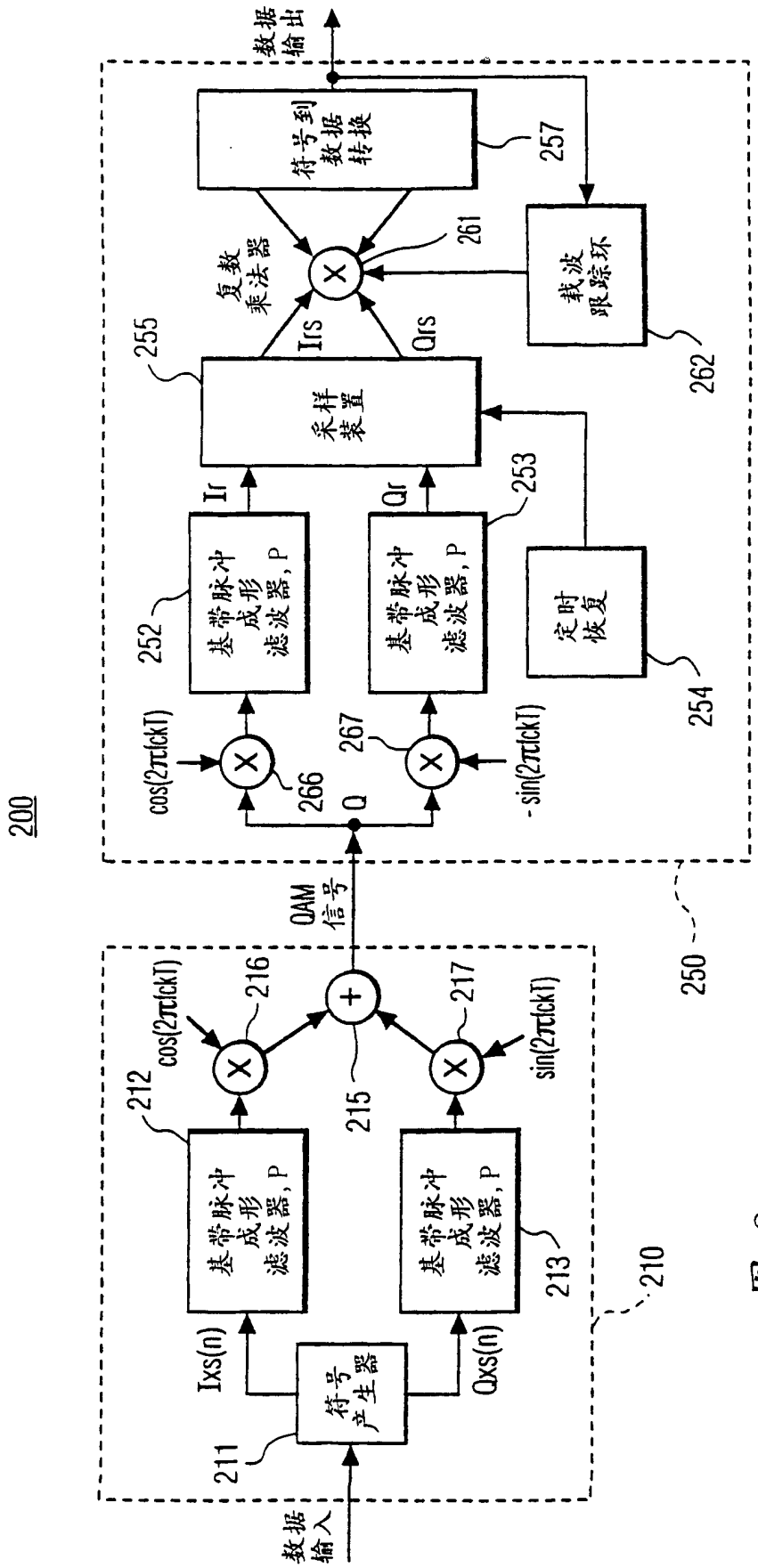

200
数据输入
符号产生器
211
Ixs(n)
Qxs(n)
基带脉冲成形滤波器,P
212
213
cos(2πfckT)
sin(2πfckT)
216
217
215
QAM信号
210
250
cos(2πfckT)
-sin(2πfckT)
266
267
Q
基带脉冲成形滤波器,P
252
253
Ir
Qr
采样装置
255
定时恢复
254
复数乘法器
Irs
Qrs
261
载波跟踪环
262
符号到数据转换
257
数据输出

图 2

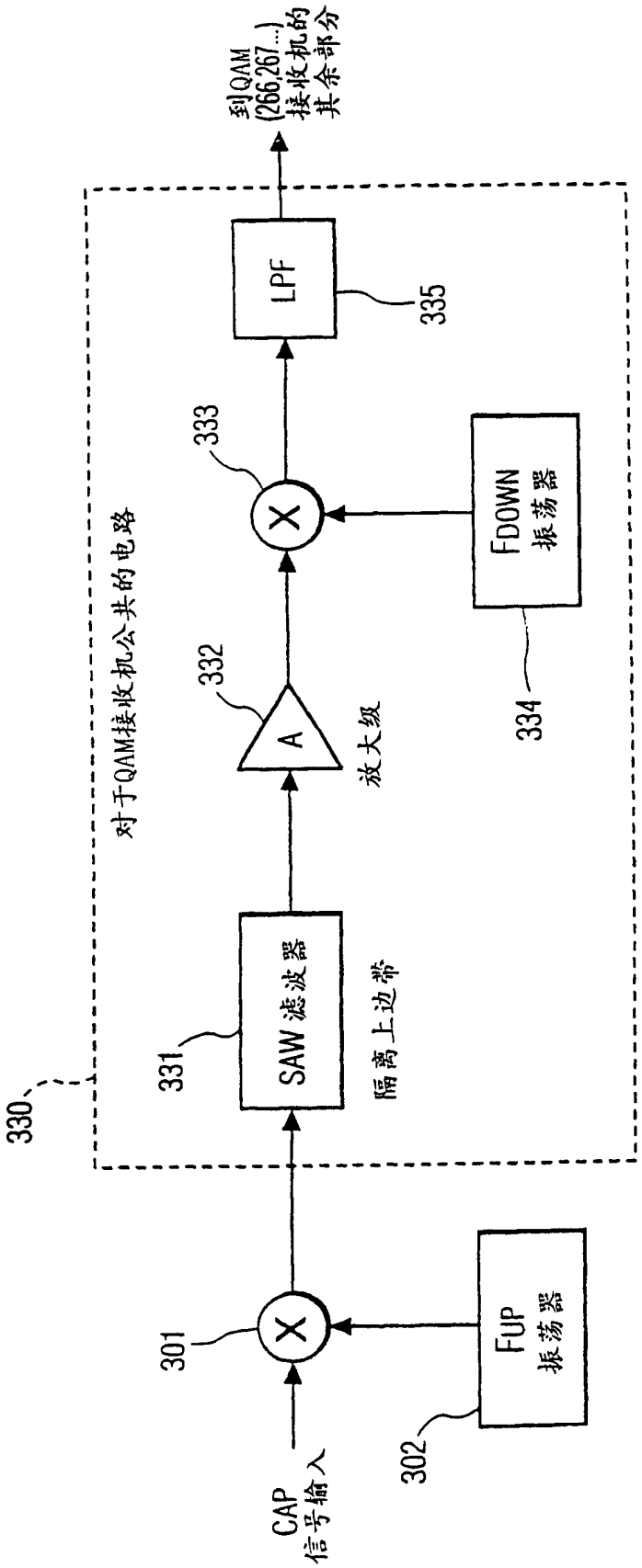

300
对于QAM接收机公共的电路
330
CAP
信号输入
301
X
302
FUP
振荡器
331
SAW 滤波器
隔离上边带
332
A
放大级
333
X
334
FDOWN
振荡器
335
LPF
到QAM
(266,267...)
接收机的
其余部分

图 3

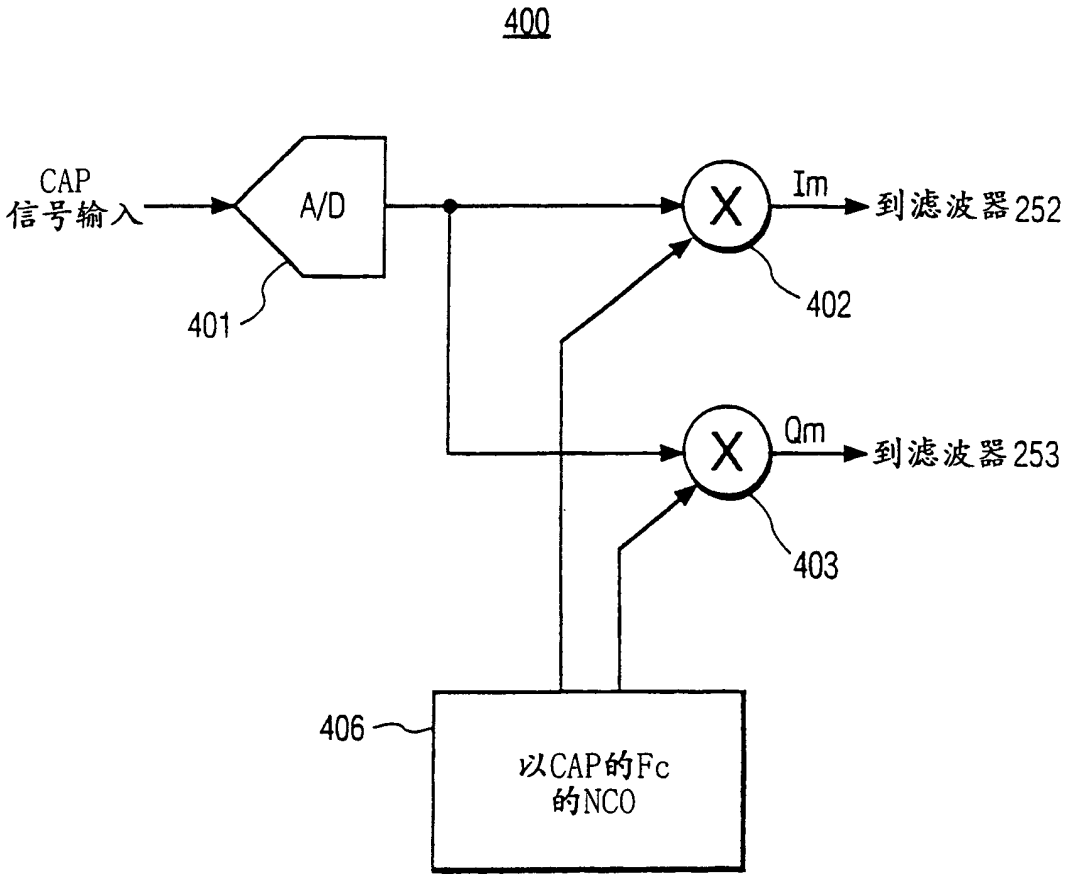

400
CAP
信号输入
A/D
401
Im
到滤波器252
402
Qm
到滤波器253
403
406
以CAP的Fc
的NCO

图 4

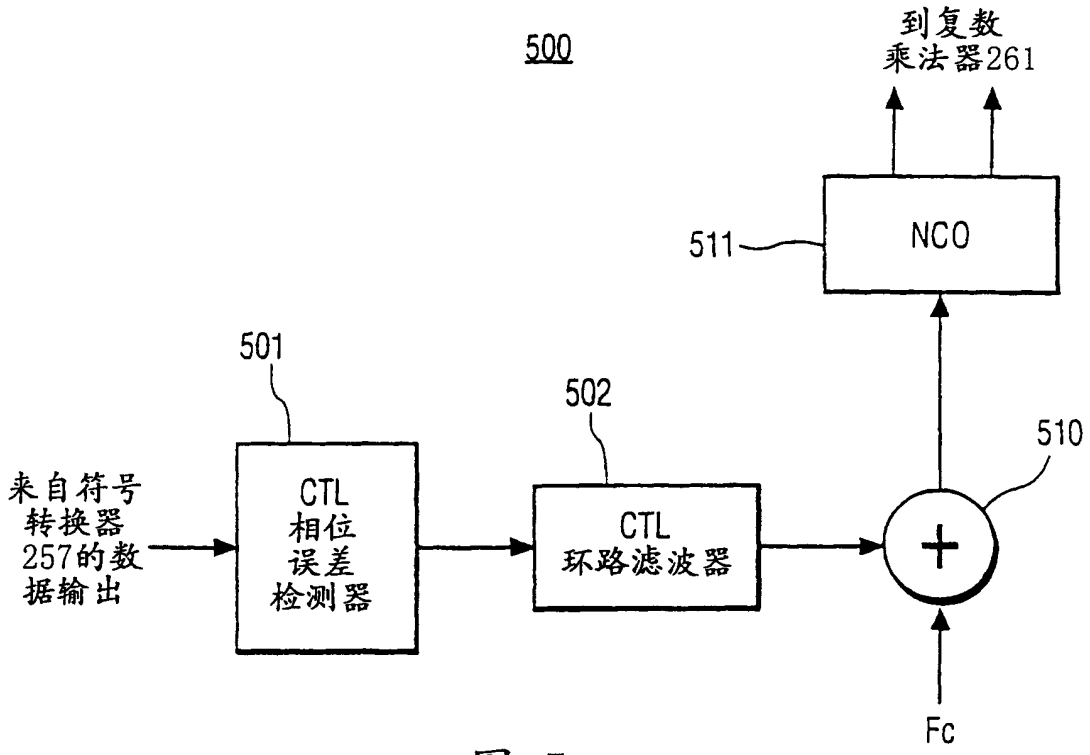

500
到复数
乘法器261
511
NCO
501
502
510
来自符号
转换器
257的数
据输出
CTL
相位
误差
检测器
CTL
环路滤波器
Fc

图 5