

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04L 27/20 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480031104.3

[43] 公开日 2006 年 11 月 29 日

[11] 公开号 CN 1871828A

[22] 申请日 2004.10.18

[21] 申请号 200480031104.3

[30] 优先权

[32] 2003.10.23 [33] US [31] 10/690,613

[86] 国际申请 PCT/US2004/034276 2004.10.18

[87] 国际公布 WO2005/043853 英 2005.5.12

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.21

[71] 申请人 哈里公司

地址 美国佛罗里达

[72] 发明人 克里斯托弗·D·摩法特

雷·J·库拉

查尔斯·W·理查兹

[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 李德山

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 7 页

[54] 发明名称

用于降低多载波通信系统的峰均功率比的系
统和方法

[57] 摘要

本公开内容提出了一种预测性信号产生的方法，该方法有效地使多载波通信系统中的发射机输出功率变平坦，并致使接近通常与固定载波波形相关联的放大器性能。公开的解决方案的实施例提供了在支持诸如正交频分调制(“OFDM”)调制技术的传输所需的峰均功率上 > 10dB 的降低。新系统和方法的实施例通过可能包含联合滤波的选择映射和软限幅使峰均功率比(“PAPR”)的降低最大化。该新方法还最小化开销、比特错误率、重传，并使用多次迭代增加等待时间及实现处理周期。公开的系统和方法改善总的系统 DC 功效，并提供针对在诸如 OFDM 的多载波通信系统中的 PAPR 降低的最优解决方案。

1. 一种在多载波通信系统中传输数据的方法，包括以下步骤：
 - (a) 根据一个或多个独特序列对数据排序；
 - (b) 调制数据的一个或多个独特序列；
 - (c) 根据该序列的 PAPR 选择数据的一个调制序列；
 - (d) 对上述所选的那个序列进行滤波以去除在门限带之外的幅度峰，由此产生一个滤波信号；以及
 - (e) 在多载波通信系统上传输该滤波信号。
2. 根据权利要求 1 的方法，在其中滤波步骤包括将所选序列的采样和门限进行比较并降低超过门限的采样的幅度的步骤。
3. 根据权利要求 2 的方法，进一步包括降低与超过门限的采样相邻的采样的幅度的步骤。
4. 一种在用于传输数据的多载波通信系统中用于形成降低发射机所需功率的数据信号的方法，包括以下步骤：
 - (a) 在一个或多个独特序列中提供要传输的数据；
 - (b) 调制所述一个或多个独特序列，由此产生一个或多个独特调制序列；
 - (c) 根据独特调制序列的 PAPR 为传输选择所述一个或多个独特调制序列中的一个；以及
 - (d) 降低在预先确定的范围之外的所选序列的幅度，由此形成降低传输信号所需功率的数据信号。
5. 根据权利要求 4 的方法，在其中降低幅度的步骤包括将所选序列的采样和门限进行比较并降低超过门限的采样的幅度的步骤。
6. 根据权利要求 5 的方法，进一步包括降低与超过门限的采样相邻的采样的幅度的步骤。
7. 一种在多载波通信系统中与多个载波一起传输数据的发射机，包括：

用于用数据调制多载波符号的调制器；

用于测量调制数据的 PAPR 的处理器;
用于将 PAPR 和预先确定的门限进行比较的逻辑设备;
用于重排数据的处理器; 以及
用于降低在预先确定的范围之外的调制数据信号的峰的幅度滤波器。

8. 权利要求 7 的系统, 在其中幅度滤波器是一个 FIR 滤波器。
9. 权利要求 7 的系统, 在其中幅度滤波器是一个 IIR 滤波器。

用于降低多载波通信系统的 峰均功率比的系统和方法

峰均功率比（“PAPR”），也被称为峰均功率比（“PMPR”）或峰值因数，是多载波传输信号的重要特征。信号的峰值常常比平均功率电平大 N 倍。这些大的峰值引起可导致错误率增加的互调失真。这些失真由发射放大器固有的限制引起。

为了防止发射机放大器限制（限幅），平均信号功率必须保持足够低以使得信号相对线性地通过放大器。为了传输高功率的信号，需要较大 DC 系统功率的高功率放大器被需要。相对于固定包络波形，传输多载波波形需要一个功率高得多的放大器。例如，使用 64 载波波形，40 dBm 的功率放大器需要回退约 15dB。所以，放大器只能够在 25dBm（0.316 瓦特）上操作，而不是在 40 dBm（10 瓦特）上操作。因此，为了在期望的 40dBm 上进行传输，需要一个 55dBm（316 瓦特）的放大器。相关的电源、功耗会大幅增加。另外，这样的大功率需求导致随之增加的空间需求和散热需求。

随着对正交频分调制（“OFDM”）特别是 802.11a 和 802.11g 通信技术的大量兴趣和活动，PAPR 问题被放大。802.11 及其对复杂波形的使用需要高度线性的 RF 放大器。目前 802.11 的物理层集成电路没有实现 PAPR 降低的方案。特别地，由于高的峰均功率比，多频 OFDM 通常需要大于 10dB 的功率放大器回退。这些因素的最终结果是超过在其它 802.11 技术所遇到的增加的 DC 功率需要。该影响对于短工作周期的信号可能不太明显，但对于需要数据的连续传输的情况很严重。

OFDM 如上所述是在多个等间隔的相位同步的载波频率上同时传输数据，对调制和解调使用傅立叶变换处理的方法。该方法被提出并在多种诸如无线局域网（“LAN”）以及数字音频和数字视频广播的

无线电通信系统中使用。OFDM 提供许多针对高数据速率的多载波传输特别是在移动应用中的详细记录的优点。具体地说,它具有针对传播信道中的扩散的固有抵抗力。此外,当编码被添加时,可以在频率选择性衰落信道中使用频率分集来获得低信噪比条件下的出色的性能。由于这些原因,OFDM 对于带有自适应均衡的固定包络调制通常是更可取的,并且可以以较低复杂度实现。

像上面间接提到的那样,OFDM 的主要困难是当 N 个载波的正弦信号大部分相长地相加时,峰值包络功率是均值包络功率的 N 倍。如果峰值包络功率受到设计或管理限制,那么相对于在固定包络调制下允许的均值包络功率,这就具有降低在 OFDM 下允许的均值包络功率的效果。如果电池功率是一个限制,这通常是诸如移动用户设备、膝上型电脑和高级的国防部通信系统的便携式设备的情况,那么需要线性提升到峰值包络功率的功率放大器必定由于来自压缩的大量回退而被低效率地操作。所传输信号的数字硬限幅被证明能减轻问题,但仅仅是在谱旁瓣增长和导致的比特错误性能下降的代价下。

图 1 示出了具有从载波 101 的 C 赫兹到载波 116 的 16C 赫兹的频率范围以及具有以 C 步长增长频率的中间载波的 16 个同相载波,C 是 OFDM 信号的特征。所示的每个载波具有标称最大幅度 1,然而如图 2 所示,同相相加的载波的不同效果很容易地显现。图 2 示出了相加后的载波在时间采样 25 左右和在时间采样 1575 左右的大的峰值幅度。

图 3 示出了同相调制的 16 载波的峰均功率比。大的峰均功率比对应图 2 中示出的大的幅度尖峰。图 3 的峰均功率比根据函数:

$\frac{P_{peak}}{P_{avg}} = X_i^2 / \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i^2 \right)^2$ 产生,其中 X_i 是在采样号 i 处的信号采样幅度,而 N 是多载波符号的采样个数。

这些问题提供了一个寻找控制所传输信号的峰均包络功率比的其它解决方案的明显动机。提出的一个解决方案使用块编码仅在载波上传输那些具有小的 PAPR 的多相位序列;然而,这需要穷举搜索以识别最优序列,并需要大的查找表来编码和解码。

一些诸如谱白化的技术可用于降低峰均功率比，并允许更接近其 1dB 压缩点的 RF 放大器的使用，其结果是减小的 DC 功率需求。一些现有技术解决方案使用限幅或映射来降低 PAPR。然而没有解决方案使用或提出包括如在本公开内容中提出的选择映射和软限幅的混合系统。

本公开内容的一个目标是消除现有技术的缺点，并提出一种新的降低在多载波通信系统中传输的信号的高峰均功率比的系统和方法。一种方法根据数据向量把信息数据排序，并用排序的数据调制多载波符号。得到的调制数据信号的高峰均功率比被测量并与预先确定的门限进行比较。在该方法中，如果峰均功率比超过预先确定的门限，那么数据根据一个新的数据向量重新排序，并重复调制和比较过程。否则，调制的信号被添加上一个与各自数据向量相关联的数据映射并被采样。超过预先确定的范围的调制数据信号采样被限幅，然后限幅的调制数据信号被滤波，由此降低要在多载波通信系统中传输的信号 PAPR 比值。

本公开内容的进一步目标是提出一种在多载波通信系统中传输数据的新的系统和方法。系统和方法的实施例包括根据一个或多个独特序列对数据排序，调制一个或多个数据序列，以及根据 PAPR 选择一个调制的信号序列。该系统和方法进一步包括对选择的调制信号序列进行滤波以去除在门限带之外的幅度峰，并在多载波通信系统上传输滤波后的信号。

本公开内容的另一个目标是在具有线性放大器的多载波通信系统中提出一种防止放大器限制的新的系统和方法。新的系统和方法包括根据从排序数据的调制中得到的 PAPR 对要传输的数据进行排序。还包括对调制的排序数据进行采样并截断在门限之外的采样，由此形成一个防止了放大器限制的数据信号。

本发明的另一个目标是在用于传输数据的多载波通信系统中提出一种用于形成降低发射机所需功率的数据信号的新的方法和系统。该新的方法和系统包括提供在一个或多个独特序列中传输的数据，并

调制一个或多个独特序列，由此产生一个或多个独特调制序列。该系统和方法还可以包括根据与之关联的 PAPR 为传输选择一个独特调制序列，并截断在预先确定的范围之外的所选序列的幅度，由此形成降低传输信号所需功率的数据信号。

本公开内容的另一个目的是提出了一种新的用于和多个载波一起传输数据的发射机。发射机具有用于用数据调制多载波符号的调制器，用于测量调制数据的 PAPR 的处理器，以及用于比较 PAPR 和门限的逻辑设备。该发射机还可以具有用于确定性地重排数据的处理器和用于减小在预先确定的范围之外的调制数据信号的峰值的幅度滤波器。

本公开内容提出了一种预测性信号产生的方法，该方法有效地使发射机输出功率变平坦，并致使接近通常与现有技术的固定载波波形相关联的放大器性能。这个解决方案提供了在支持 OFDM 调制技术的传输所需的峰均功率上 $>10\text{dB}$ 的降低。该方法利用选择性映射并结合软限幅使 PAPR 的降低最大化。该新方法还最小化开销、比特错误率、重传，并使用多次迭代增加等待时间及实现处理周期。公开的方法改善总的系统 DC 功效，并提供针对在 OFDM 中的 PAPR 降低的最优解决方案，和现有技术很不相同。

本公开内容的这些及其它目标和优点对于本领域的技术人员是很显然的，该公开内容通过熟读权利要求，附图和下面优选实施例的详述附属于他们。

附图说明

图 1 是 OFDM 系统中典型的 $N=16$ 的同相载波的表示。

图 2 是图 1 的载波同相相加后的幅度相对时间的表示。

图 3 是相加的载波的 PAPR 相对时间的表示。

图 4 是依照公开的实施例的 PAPR 降低的系统和方法的概况。

图 5 是依照公开的实施例的软限幅方法的概况。

图 6 是依照公开的实施例的开窗操作的图形表示。

图 7 是公开的实施例的硬件实现的概况。

具体实施方式

降低 PAPR 的方法的公开实施例的概况在图 4 中示出。要传输的数据在块 401 中被聚集。该数据包含要从数据源传递的信息。数据源是计算机，膝上型电脑，移动电话机或设备，或其它数据产生、中继、输入或存储源。该数据的序列被描述为数据向量。在调制器 402 中，多载波符号被用组合数据调制。多载波系统最好是 OFDM 或其它 802.11 多载波系统，然而，其它非 802.11 多载波系统的实施例也是可以预见的。

包含用数据向量描述的排序数据的调制载波的结果 PAPR 在块 403a 中被测量。随后测量的 PAPR 在块 403b 中与预先确定的门限比较。门限可以例如由用户确定或从管理要求获得。从查找表或其它经验方法选择门限也是可以预见的。如果数据向量的测量 PAPR 在适当的门限之上，意味着 PAPR 太高，那么该数据在块 404 中被确定性加扰（或重新排序）以产生一个不同的数据向量，当然这个不同的数据向量包含相同的数据，仅仅是具有不同的或独特的序列。新的加扰数据或数据向量在块 402 中用多载波符号调制。新的迭代数据向量的 PAPR 随后再次被测量。如果 PAPR 又在门限之上，那么该数据被再次确定性加扰以产生另一个不同的数据向量，继续调制、测量和加扰的过程直到各自数据向量的 PAPR 在门限以内。该过程的目的并不是获得最优序列，而是获得一个可接受的序列。然而，如果 PAPR 比门限小，那么描述数据向量的数据映射字节（表示数据的加扰顺序）在块 405 中被附加到调制数据上。数据映射字节被用来在接收端解扰数据。调制后的加扰数据和附加的映射字节随后被传递到将符号传递给软限幅算法的块 406 中。

现在参考图 5，调制数据和附加映射字节的完整的包在块 501 中从存储器被采样或处理。如块 502 所示，采样 X_i 和第二门限进行比较。如果采样 X_i 超过该门限，那么开窗操作或滤波操作被应用于该包上，

在其中超过门限的采样被减小或限幅。如块 503 所示,除了减小 X_i ,还减小邻近的采样 $\{X_{(i-K)} \dots X_{(i-2)}, X_{(i-1)}, X_{(i+1)}, X_{(i+2)} \dots X_{(i+K)}\}$ 也是有利的,其中 K 可以由实验、理论或经验确定。滤波可以是具有相同频率和时域特征的高斯形状的滤波器。滤波操作例如可以作为 FIR 或 IIR 实现,例如 $h(n) = \{.75, .5, .75\}$ 。通过使用滤波器输出的测量参数来适应滤波器操作,滤波操作也可以是自适应的。

图 6 示出了软限幅算法的典型例子。第二门限被显示为窗口边界 601a 和 601b。被共同标注为 600 的在门限 601a 之上和/或在门限 601b 之下的那些幅度由在本领域中已知的方法限幅或截断。因此,软限幅算法滤除在动态门限之上的峰。

软限幅过程的结果会增加带外噪声;然而这种影响可用升余弦滤波器或其它适当的滤波器来改善。第二或开窗门限可以根据几个诸如但不限于所接受数据向量的测量 PAPR 的因素动态调整,或者可由用户预先确定。使用查找表来确立第二门限同样是可以预见的。

可以预见,上述 PAPR 方法既可通过硬件又可通过软件或两者来实现。PAPR 降低系统的实施例的硬件实现如图 7 所示。在图 7 中,802.11a 的 MAC 层 701 由数据总线 702a 连接到数字信号处理器(DSP) 703。该 DSP 分别通过数据总线 702b 和 702c 连接到数模转换器 704 和 802.11a 的物理层 705。物理层 705 为通过数据总线 702d 连接回 DSP 的模数 (“A/D”) 转换器 706 提供基带或中频 IF 信号。

数模转换器 704 的输出为上变换器 709 提供 IF 信号,该上变换器为功率放大器 707 产生无线电频率 RF 信号或在适用于传输媒体的频率的信号,该放大器放大信号以通过天线 708 在传输信道上传输或通过适用于传输媒体的转换器传输。

本公开内容提出了一种预测性信号产生的方法,该方法有效地使发射机输出功率变平坦,并致使接近通常与现有技术的固定载波波形相关联的放大器性能。本公开内容还提出了通过对芯片组使用外部方法降低从多载波芯片组最好是 OFDM 或其它多载波波形产生芯片组产生的波形的 PAPR 的技术。现有技术要求对实际的波形产生芯片组

进行修改（这通常是不可能的）以实现 PAPR 降低技术。在这里提出的技术是独特的，因为它提供了不用修改芯片组就可降低 PAPR 的方法。

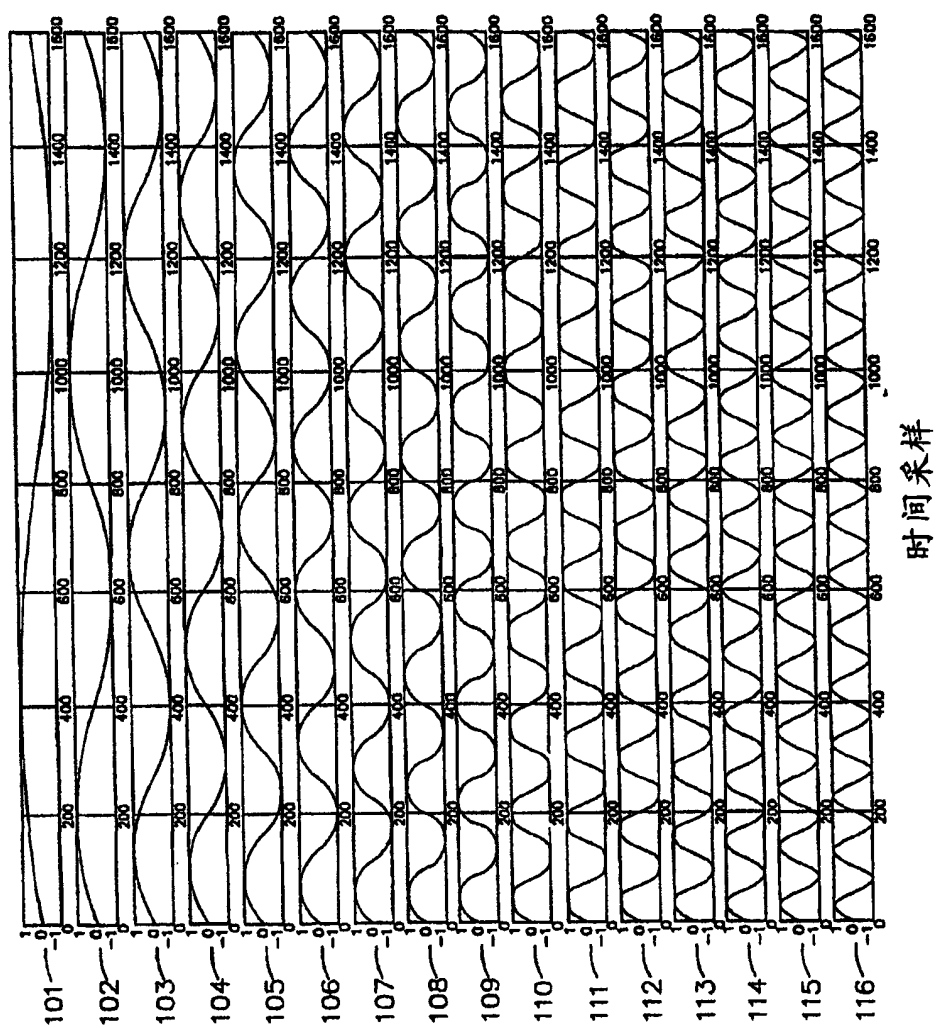


图1
现有技术

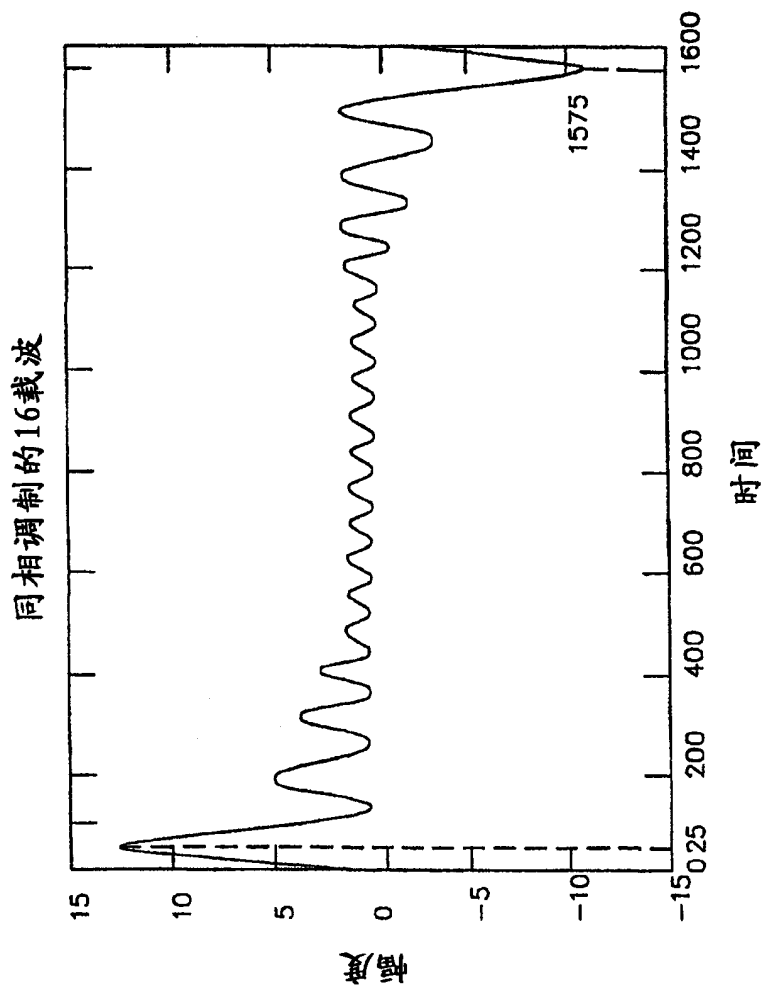


图2
现有技术

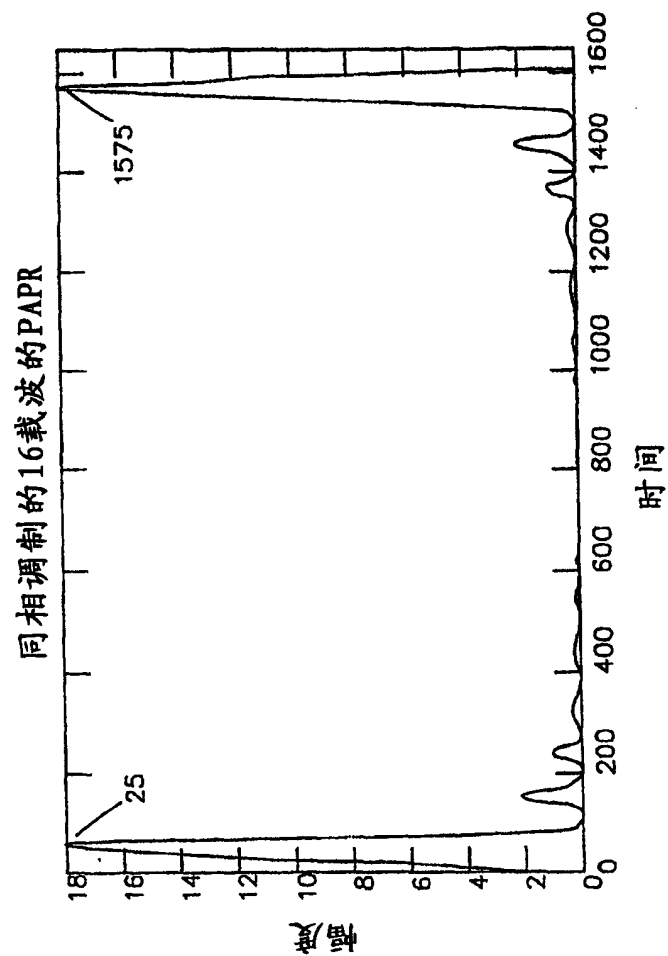


图3
现有技术

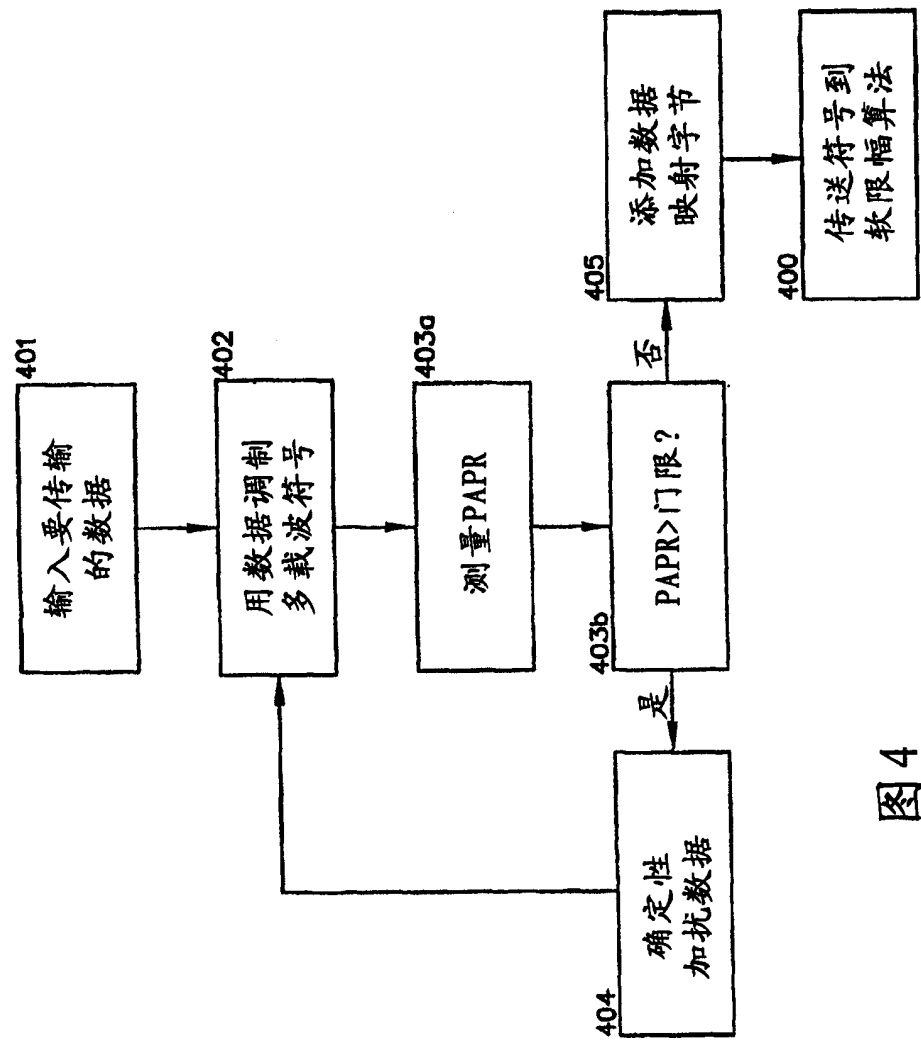


图 4

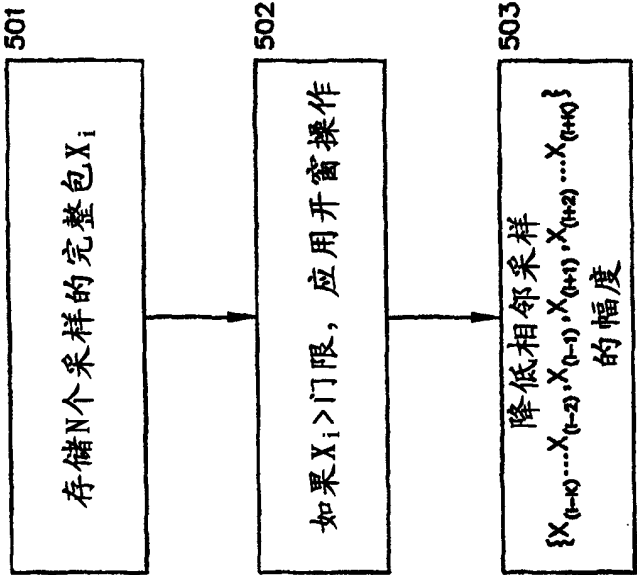


图 5

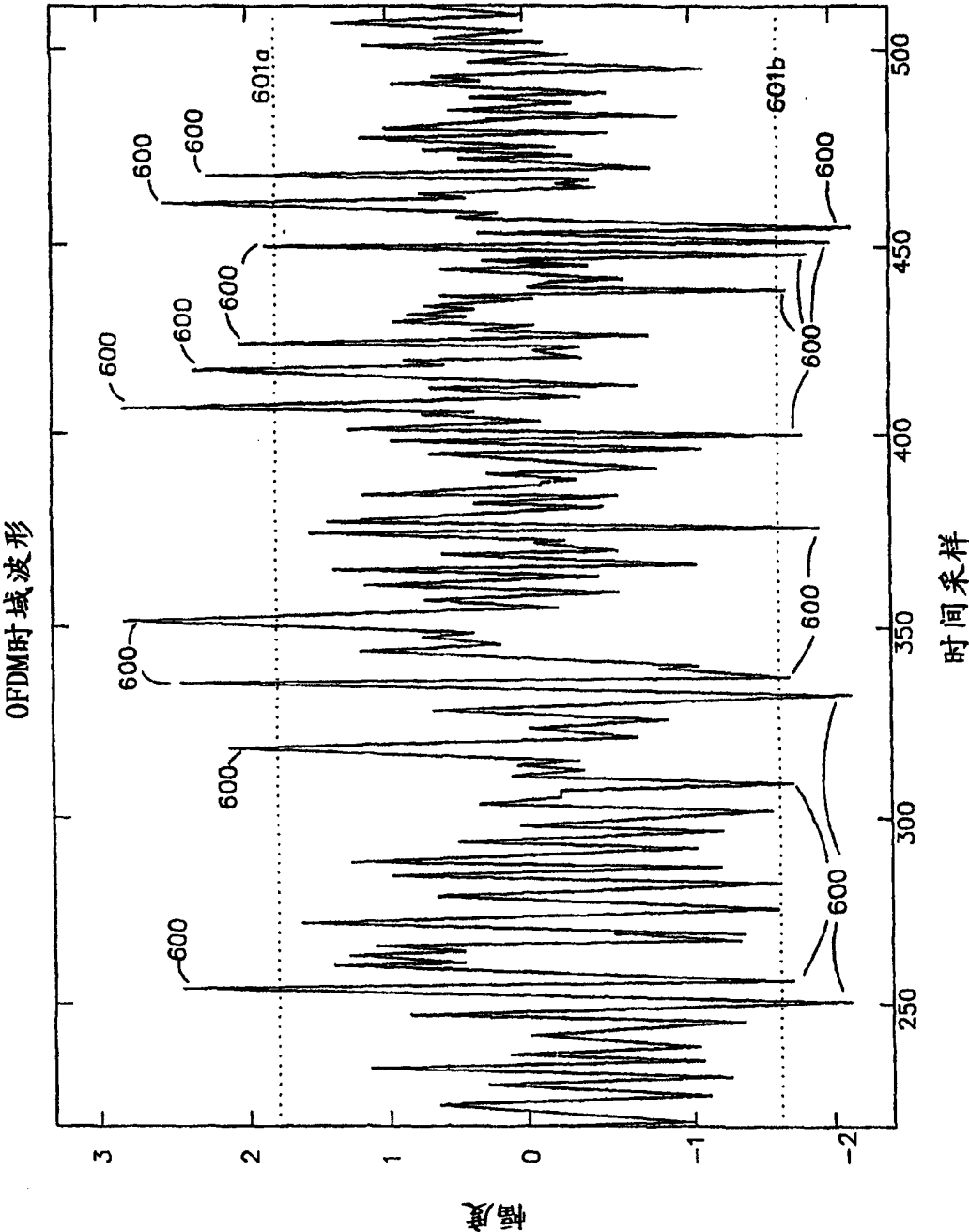


图6

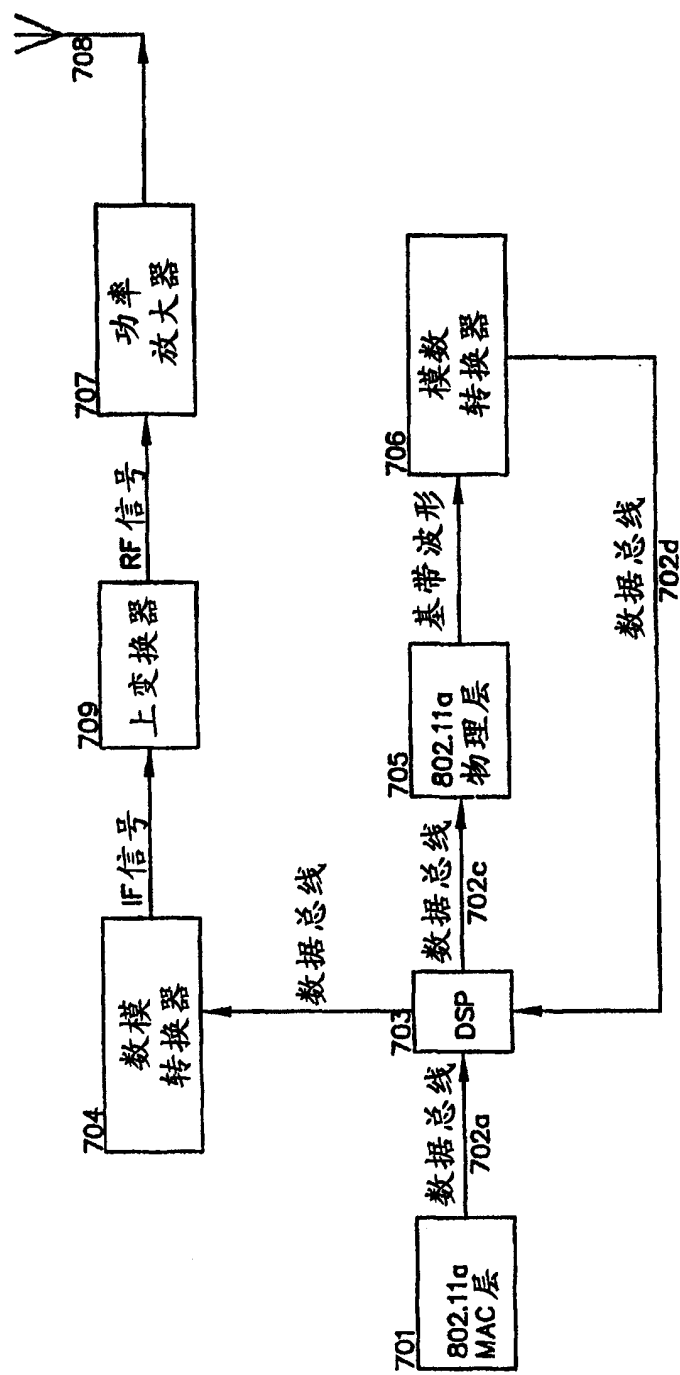


图7