



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02808813.1

[43] 公开日 2004 年 8 月 18 日

[11] 公开号 CN 1522491A

[22] 申请日 2002.4.25 [21] 申请号 02808813.1

[30] 优先权

[32] 2001. 4. 25 [33] GB [31] 0110106.2

[86] 国际申请 PCT/GB2002/001842 2002. 4. 25

[87] 国际公布 WO2002/089315 英 2002. 11. 7

[85] 进入国家阶段日期 2003. 10. 24

[71] 申请人 菲尔特罗尼克公开有限公司

地址 英国希普利

[72] 发明人 尼古拉斯·戴维·阿彻

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

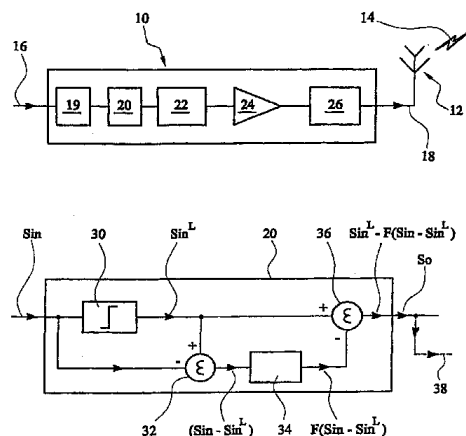
代理人 陆 弋 钟 强

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

[54] 发明名称 电信号预处理

[57] 摘要

一种用于对电信号进行预处理的方法和电路。该方法包括将信号的强度限制到不超过极限信号强度，极限信号强度对应于放大器的非线性响应实质开始，限幅信号正是要提供至该放大器以供放大。



1. 一种预处理电信号的方法，该方法包括将信号的强度限制到不超过极限信号强度的步骤，极限信号强度对应于放大器的非线性响应实质开始，限幅信号正是要提供至该放大器以供放大。
2. 如权利要求 1 的方法，还包括在放大前对限幅信号进行滤波的步骤。
3. 如权利要求 1 的方法，还包括在放大后对限幅信号进行滤波的步骤。
4. 如权利要求 1 至 3 的任一个的方法，还可以包括对限幅信号进行放大的步骤。
5. 如权利要求 4 的方法，还包括将经放大的信号提供给电信广播装置的步骤。
6. 如权利要求 1 的方法，还包括生成对应于电信号和限幅信号之间的差异的差信号的步骤。
7. 如权利要求 6 的方法，还包括对差信号进行滤波的步骤。
8. 如权利要求 7 的方法，还包括合并经滤波的差信号和限幅信号的步骤。
9. 如权利要求 1 的方法，还包括在放大信号之前重复电信号的预处理的步骤。
10. 如权利要求 1 的方法，其中极限信号强度响应于要预处理的

电信号的强度而改变。

5 11. 如权利要求 1 的方法，其中将极限信号强度设置为一值，以防止经预处理的信号强度超过对应于实际的非线性响应实质开始的信号强度。

12. 如权利要求 1 的方法，其中电信号是用于广播的电信信号。

10 13. 一种电预处理电路，用于在电信号由具有非线性响应实质开始的放大器放大之前，对其进行预处理，该电路包括限幅器，用于将电信号的强度限制到低于对应于非线性响应实质开始的极限信号强度。

15 14. 如权利要求 13 的电路，其中电路的元件由数字信号处理器实现。

15 15. 一种电信装置，包括如权利要求 13 或 14 的预处理电路和用于放大经预处理的信号的放大器。

20 16. 如权利要求 15 的装置，还包括在放大前对经预处理的信号进行预失真的预失真器和对放大器的输出进行滤波的滤波器。

17. 一种对实质上如前面所述的电信号进行预处理的方法。

25 18. 一种电路，用于对实质上如前面所述的电信号进行预处理。

电信号预处理

5 本发明涉及预处理电信号，特别地，涉及用于预处理电信号以补偿非线性放大器对于信号的影响的方法和装置。

10 放大器在有限的范围内趋向于表现出对于输入信号充分线性的响应。当输入信号幅度变化大时，作为非线性特征的结果，放大器在输出信号中对于输入信号超过对应于非线性特性实质开始的信号电平的部分产生失真。

15 这个问题可以通过制造在扩展的范围中具有线性特征的放大器而解决。然而，为了保证不发生显著失真，有必要知道最大输入信号强度，以保证放大器范围足够。或者，可以对放大器的输出进行滤波，但是在一些应用中，系统规范所允许的失真电平可能意味着制造满足需要的滤波器特性的滤波器在技术上是不可行。

20 于是本发明解决了与非线性放大器产生的失真相关的问题。

 根据本发明的第一个方面，提供了预处理电信号的方法，该方法包括限制信号强度不超过极限信号强度的步骤，极限信号强度对应于放大器的非线性响应实质开始，限幅信号正是要提供至该放大器以供放大。

25 通过将电信号限制到低于选定的信号强度，可以减少由放大器的非线性响应产生的失真。

 本发明可以包括在放大前对限幅信号进行滤波的步骤。

该方法可以包括在放大后对限幅信号进行滤波的步骤。通过滤波经放大的经削波的信号，可以进一步减小在临近信号频率的频域中存在的失真。

5 该方法可以包括放大限幅信号的步骤。该方法可以进一步包括将经放大的信号提供给电信广播装置的步骤。这使得可以传输电信信号而不在临近的电信信道中生成显著失真。

10 该方法可以包括生成对应于电信号和限幅信号之间的差异的差信号的步骤。该方法可以进一步包括对差信号进行滤波的步骤。可以对差信号进行滤波，以消除信号落在感兴趣的频段内的频率成分。

15 该方法可以包括结合经滤波的差信号和限幅信号的步骤。经滤波的差信号可以从限幅信号中除去。

20 本方法可以包括在放大信号之前重复电信号的预处理的步骤。这使得经预处理的信号集中于优选的信号强度。

25 极限信号强度可以对应于要预处理的电信号的强度而改变。通过将信号限定设置为要预处理的信号强度的函数，这使得预处理是自适应的。

30 极限信号强度可以设置为一值，以防止经预处理的信号强度超过对应于实际的非线性响应实质开始的信号强度。这使得预处理步骤保证经预处理的信号不超过放大器优选的最大信号强度。

电信号可以是用于广播的电信信号。

35 根据本发明的另一个方面，提供了电预处理电路，用于在电信号由具有非线性响应实质开始的放大器放大之前，对其进行预处理。该

电路包括限幅器，用于将电信号的强度限制到低于对应于非线性响应实质开始的极限信号强度。

5 可以由数字信号处理器实现电路的元件。数字信号处理器可以用于提供给电元件提供预处理方法所需的功能。可以提供反馈电路以实现该方法的迭代特征。可以提供自适应极限电平控制电路，以实现信号限制的自适应控制。

10 根据本发明的另一个方面，提供了电信装置，包括根据本发明前一方面的预处理电路和用于放大经预处理的信号的放大器。该装置可以包括在放大前对经预处理的信号进行预失真的预失真器和对放大器的输出进行滤波的滤波器。

现在参考附图，通过例子描述本发明的实施例。在附图中：

15 图 1 显示了包括根据本发明的方法的电路操作的电信基站的传输部分的示意框图；

图 2 显示了根据本发明的电路的示意性功能框图；

图 3a、b 和 c 分别在时域和频域中说明了根据本发明处理的电信号的性态；

20 图 4a、4b、5a、5b、6a 和 6b 分别在时域和频域中说明了根据本发明处理的电信号的其它性态；

图 7 对信号应用及不应用根据本发明的方法，说明根据本发明的方法对于信号的影响；

25 图 8 显示了根据本发明的方法操作的另一电路的示意框图；和图 9 说明了图 8 的电路的影响。

除非特别指出，不同图中相似的项目使用公用的参考数字。

30 参考图 1，显示了电信系统的基站 10 的示意图，基站 10 连接至用于广播电磁电信信号 14 的天线 12。基站 10 包括发送和接收部分。

图 1 显示了仅与说明本发明相关的发送部分。为了清楚，没有显示基站的其它通用部分。基站 10 的发送部分包括用于将输入电信号 16 处理为输出电信号 18 以提供至广播天线 12 用于传输的多个电子设备。基站包括调制器 19、预处理设备 20、预失真设备 22、功率放大器 24 和滤波器 26。

基站的信号处理元件适于使用调幅编码或复合编码（即调幅和调相）处理电信信号。下面的讨论关注于使用 CDMA 编码方案的电信系统，尽管所描述的电路和方法可以应用于具有峰值均值比的调幅的任一电信号。

调制器 19 是现有技术并且在预处理部分之前处理基站的发送部分的其它功能。预失真部分 22 按照现有技术设计，并且对于本领域技术人员可以理解，预失真部分的应用提高了非线性放大器的线性性能。放大器部分 24 是现有的功率放大器，其对于直到输入信号功率电平表现出充分的线性响应，在输入信号功率电平之上表现了显著的非线性响应。过滤器部分 26 是现有技术设计的高功率 RF 滤波器。然而，滤波器 26 的滤波性能由基站操作所用的电信方案确定，以从正在广播的电信信号 14 的电信信号频带中提供可接受的失真电平。

例如，在当前 CDMA 方案下，广播频谱的 GHz 部分被分为频带，每一频带具有 5MHz 带宽，并且每一播送设备必须不在相邻频带中产生被定义为此时可由电信标准有效接受的电平之上的失真。于是，选择滤波器 26 的滤波特性，以保证在带外失真达到电信标准准则。

图 2 显示了信号预处理部分 20 的示意性功能框图。数字信号处理器实现预处理电路 20。图 2 示意性地说明了由数字信号处理器支持的功能。预处理电路包括限幅器或削波器 30，其将电信号的幅度限制或削波至最大值。输入电通信信号 S_{in} 作为输入提供至显示器 30，并且经限制或削波的信号 S_{in}^L 由此输出。

预处理电路还包括组合元件 32, S_{in} 和 S_{in}^L 提供至组合元件 32。组合元件 32 从 S_{in} 中减去 S_{in}^L 。可以理解, 减法函数仅仅是符号转换的情况, 加一个负的量与减一个正的量是相同的。还提供了滤波器 34, 5 差值信号 $S_{in}-S_{in}^L$ 提供给滤波器 34。预处理电路包括另一组合元件 36, 信号 S_{in}^L 和经滤波的差值信号 $F(S_{in}-S_{in}^L)$ 提供给组合元件 36。组合元件 36 从经削波的信号中减去经滤波的差值信号并且生成经预处理的输出信号 S_o , 减法仍然是符号转换。

10 现在参考图 3 至 6 进一步说明预处理部分 20 的操作方法。图 3 至 6 是类似的图, 显示了在预处理电路 20 处理的不同部分处电信号的幅度或包络线与时间的函数。这些图还显示了频域中相同的电信号与信号频率的函数, 作为奈奎斯特 (Nyquist) 频率的一部分。频域图是时域信号的快速傅立叶变换。频域图显示了基带频谱的正频率部
15 分。

通常, 基带信号已经经过调制, 正待传输, 并且平均频率为零。在这个例子中, 信号在最终传输之前被转化为高频 (大概为 900MHz 或 1800MHz), 但是相对于高频载波信号的幅度、相位和频谱形状与
20 相对于零频率的基带信号的相同。在这种情况下, 信号平均频率是对应于基带转换中的零的高频载波信号。在基带, 需要负频率的计算方便, 这是频域图仅显示频谱的正半部分的原因。

在转化为高频之前, 在基带应用信号的预处理, 但是信号的预处理
25 将以同样的方式限制高频信号的幅度。类似地, 接收机的第一作用是在进一步处理之前转化返回基带的信号。

图 3a 显示了输入信号 S_{in} 的包络线 39 与时间的函数的一部分, 从中可以看出, 输入信号 S_{in} 的幅度在微秒时间帧中充分变化, 所以
30 信号的功率通过波峰和波谷。该信号具有峰值均值比。放大器 24 具

有可接受的线性特性，直至对应于放大器的非线性响应实质开始的阈值信号强度。该开始信号强度在图 3a 中作为信号强度或幅度 40 而指示。图 3b 显示了基带输入信号 S_{in} 的正频率成分。

5 输入信号 S_{in} 被传送至限幅器 30，限幅器 30 将 S_{in} 的幅度限制到低于最大信号强度 40 并且导致输入信号的包络线被削波，如图 3a 的 42 所示。图 3c 显示了经基带削波的信号的傅立叶变换的正部分，从中可以看出，削波输入信号引入了在原始输入信号 S_{in} 中不存在的信号的频率成分。

10

 然后经削波或限幅的信号 S_{in}^L 被传送至第一组合元件 32。未经削波的输入信号 S_{in} 也被提供给第一组合元件，并且生成差信号 $(S_{in}-S_{in}^L)$ 44。图 4a 和 4b 分别显示了在时间 44 域和频率 46 域中的差信号。应当注意，图 3a 和 4a 中的纵坐标轴的比例不同。差信号是削波操作除去

15

 然后差信号 $(S_{in}-S_{in}^L)$ 被传送至滤波器 34，图 5a 和 5b 分别在时间 48 域和频率 50 域中描述了经滤波的输出 $F(S_{in}-S_{in}^L)$ 。选择滤波器 34 的性能，以从差信号中仅选出要从经限幅的信号中除去的那些频率成分，以提供最终的经预处理的信号。在这种情况下，滤波器选择重叠通信信号边缘的差信号量以及对应于带信号外部的大量差信号。通过比较图 3b 和 5b 可以很好地看出这一点，对差信号进行滤波的结果是生成在临近感兴趣的频带的频率范围中具有显著信号强度的信号，而带内的信号强度低。

25

 通常，滤波器 34 的性能由预处理电路和方法的应用确定。滤波器 34 用于选择将用于利用最终求和部分 36 校正限幅信号的频谱部分。滤波器可以具有任意通带的位置，通带具有仅由差信号中包含的能量限制的任意带宽。差信号中的能量等级确定预处理输出信号将超过原始限制 40 多少。选择滤波器 34 的通频带，以相对于不同带内及

30

带外规范优化最终经预处理的信号。最优解是同样很好地满足所有规范的一个解。

如果一个规范比另一个难以满足，则校正可以集中在该规范上，使得放大器更难驱动而能满足所有规范。在这个特定例子中，带外失真规范较难满足，于是以其它地方（在这种情况下为带内）的失真为代价对其进行校正。相反也可以得到；即，如果特定应用的规范需要，可以以带外失真为代价改进带内失真。滤波器性能的精确设计是认真的优化，并且依赖于待预处理的信号以及规范。

然后经滤波的差信号被传送至组合元件 36，组合元件 36 从经削波的输入信号 S_{in}^L 中减去经滤波的差信号，以生成输出信号 S_o 。图 6a 和 6b 中描述了该操作的结果。可以看出，输出信号 S_o 与输入信号 S_{in} 基本相同，只是在经削波的波峰附近不同。从经削波的输入信号中减去经滤波的差信号的影响是减小超过放大器的非线性开始的输入信号的幅度，而不显著影响低于该电平的输入信号的幅度。通过比较图 3b 和 6b 可以看出，预处理方法将频谱权重 52 添加到远离感兴趣的信号带的输入信号。

图 7 显示了图表 60，图表 60 显示了在应用和没有应用预处理方法情况下，经放大的信号强度与频率的函数。曲线 70 显示了不经预处理操作的放大器 24 的输出。可以看出，放大器对于非线性特性实质开始的阈值之上的输入信号的非线性响应导致在感兴趣的通信带 74 之外的显著失真。曲线 78 说明了预处理部分对于放大器 24 输出的经放大的信号的影响。可以看出，带内信号没有显著退化。然而在邻近带内区域 74 的任一侧的区域中的带外失真显著减小（大约 6dB）。在经放大的预处理的信号的远翼（wing）79 中的失真增加。然而，这些可以容易地由滤波器 26 抑制到指定限定内的 -28dBm。

预处理步骤提供的带外失真的减少意味着滤波器 26 的性能无需

为了满足通信系统的带外失真信号需求而具有尖锐的带通性能 76，而该需求在没有预处理步骤时是需要的。预处理步骤已经显著减小了带外失真。

5 上述系统特别适合于有许多互相靠近的通信信道并且防止来自一条信道的失真影响毗邻信道中存在的通信信号的环境。

10 图 8 显示了本发明的实施例，这可在要应用的所有校正都影响原始信号之外并且充分远离原始信号的能量时使用，使得滤波器部分的设计可行。

15 参考图 8，显示了另一基站 80 的发送部分，用于在传输之前对电信信号进行放大。发送部分实际上还包括现有元件并且可以包括如图 1 所示的调制器、预失真部分和输出滤波器部分，尽管为了清楚起见，没有在图 8 中显示它们。图 8 显示了解释本发明所需要的发送部分，发送部分包含由数字信号处理实现的预处理电路 81、限幅器 82 和滤波器 84。输入信号也是具有峰值均值比的电信信号。提供了放大器 24 和高功率 RF 滤波器部分 26。

20 预处理电路 81 特别适合这种应用：减小非常靠近带边缘的失真并不重要，而是减小远离带边缘的带外失真重要。

25 现在参考图 9 描述预处理电路 81 的操作。图 9 以虚线 91 显示了在没有预处理电路的情况下，放大器 24 的输出信号与频率的函数的图表。电信系统具有信道带宽 94 以及电信信号带宽 92。电信方案指定基站传输必须满足的带外失真电平准则 S_d 。在没有预处理电路的情况下，需要虚线 96 所指示的滤波器特性，以满足带外失真电平 S_d 。可以理解，带通特性 96 非常陡峭，因此在技术上难以实现。

30 通过使用预处理电路，可以对于滤波器 26 使用较不严格的滤波

器特性 99。限幅器 82 削波输入信号，以限制其低于对应于放大器的非线性特性实质开始的阈值。滤波器 84 用于通过信号处理而低功率地过滤出任一靠近信息带的失真。这意味着由于高功率 RF 滤波器 26 无需为了消除靠近信息带的任何失真而是高度高 Q 值滤波器，所以它可以更廉价和小巧。线 98 描述了经过放大的经削波的输入信号的信号强度。对信号削波减少了放大器在紧邻带 92 边缘处产生的带外失真 95。

然而，如图 3c 所示，削波的结果是引入远离中心频率的信号的频率成分。图 9 中以经放大的输出信号 98 的旁瓣 98 说明了它。然而，由于削波强度已经减小了紧邻该带的带外失真，所以可以使用线 99 所示的滤波器 26 的较不严格的滤波器特性，来满足带外失真信号电平 S_d 。这种滤波器特性比没有削波的情况所需的滤波器特性 96 更易于实现。尽管滤波器 84 和 26 看起来都以类似的方式工作（即消除失真），但是它们在本质上不同，滤波器 84 在非线性设备（即放大器 24）之前出现，而非线性设备仍将产生某些失真，所以在其后需要高功率 RF 滤波器 26。然而，滤波器 84 是低功率滤波器，其消除了非常靠近信息带边缘预放大的失真，这防止了失真被放大并从而使得滤波器 84 能够具有与其不存在时所需要的相比较不严格的滤波器特性。于是，由于滤波器 26 需要较低的 Q 值所以它可以更简单廉价。

图 9 说明了对于预处理电路 81 的性能，它与预处理电路 20 的性能类似地应用，细节上已做必要的改动。

如图 6a 所示，经预处理的输出信号 S_o 可以大于作为对应于放大器部分 24 的非线性特性实质开始而选择的极限信号强度。于是，预处理步骤可以通过将输出信号 S_o 前馈至一个或多个类似于电路 20 的其它预处理电路的输入而重复（迭代），如图 2 中以虚线 38 所示。可以使用单次或多次迭代，并且已经发现两次迭代得到向可接受电平的迅速收敛。

还可以提供一种自适应削波功能，其中依赖于输入信号的幅度来设置削波限定 40。测量输入信号 S_{in} 的强度，以确定其超过对应于放大器的非线性特性实质开始的信号强度的量。然后输入信号超过该电平的量用于设置实际削波电平，以使输入信号超过开始强度越多，实际用于削波信号的削波电平越低。这可以用于保证输出预处理信号 S_o 低于对应于放大器的非线性特性实质开始的实际信号电平。使用的实际削波电平可以通过使用存储器中存储的公式而计算来确定，或者根据来自经验结果的存储器中存储的查询表来确定。

10

可以组合自适应削波特征和迭代特征，使得对于每一迭代步骤可以改变使用的实际削波电平。

尽管已经在电信系统的环境中描述了该方法和装置，但应当理解，图 2 和 8 的预处理方法和电路可以用于预处理任何具有峰值均值比的待放大的电信号，以减小与非线性放大器相关的在感兴趣的放大信号附近的失真。该方法和电路可应用于任何放大调制的电信号，包括幅度和相位都用于编码信息的复合调制的信号。

20

尽管上述对于本发明的说明是在基站处的数字信号处理实施例的环境中，但是可以使用模拟元件在基带、某些中频 (IF) 或者甚至是射频 (RF) 处实现预处理信号处理。

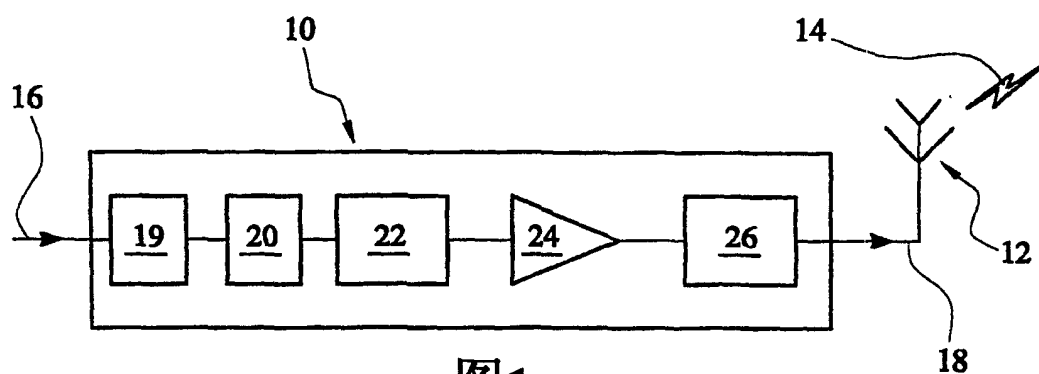


图1

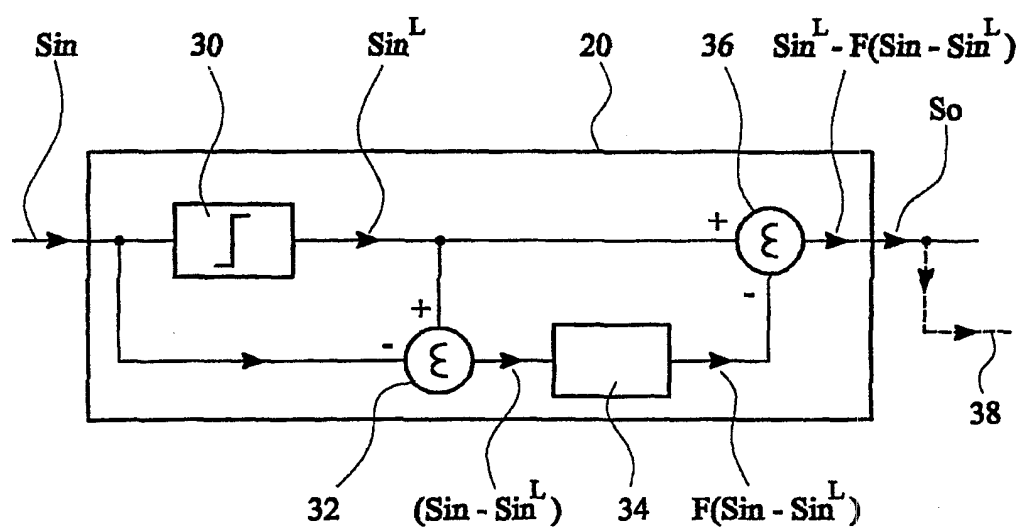


图2

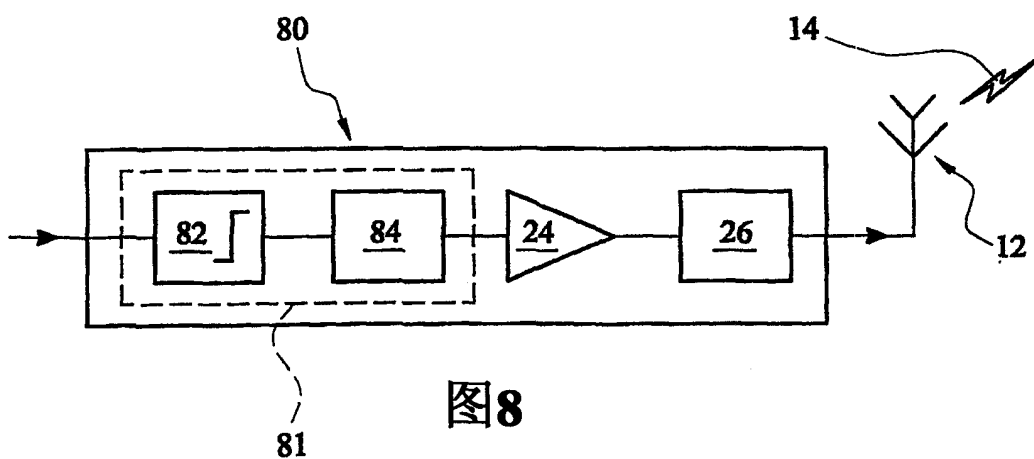


图8

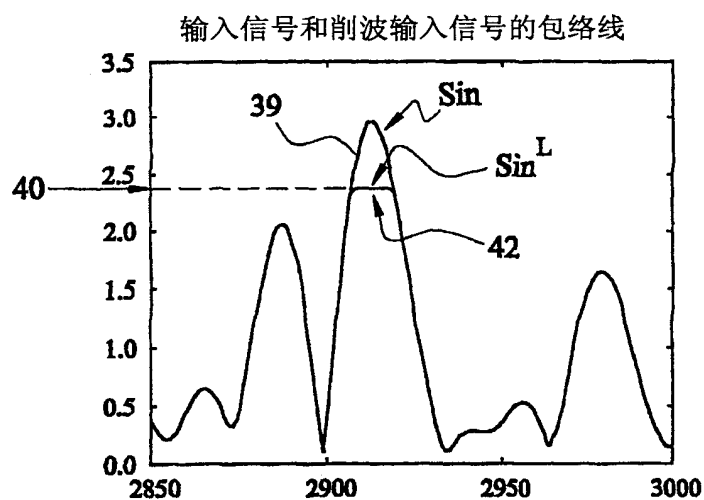


图3a

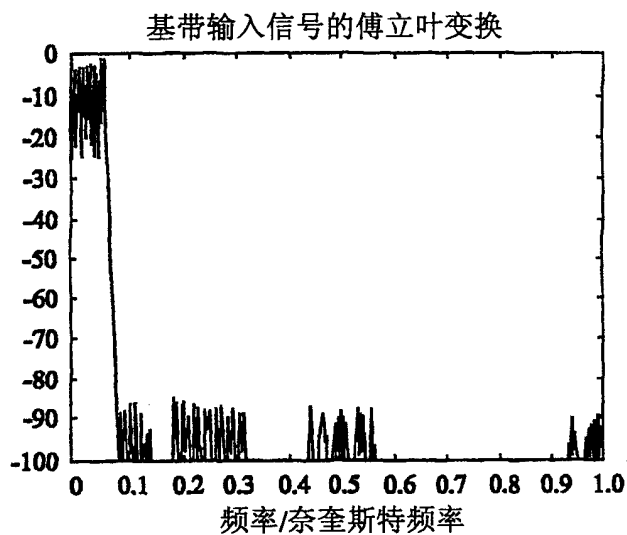


图3b

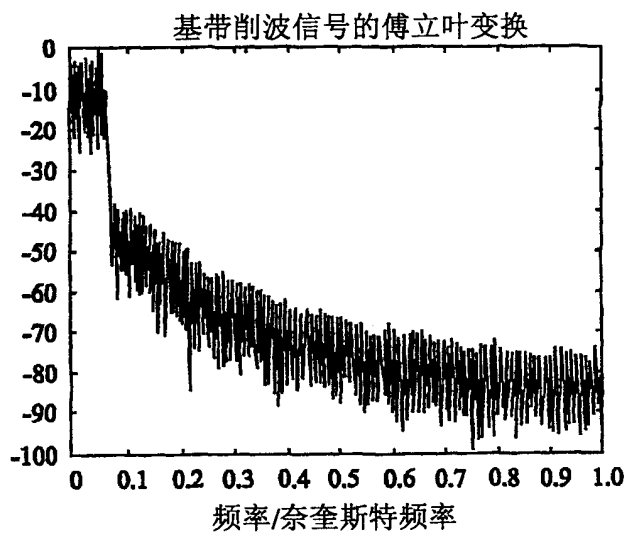


图3c

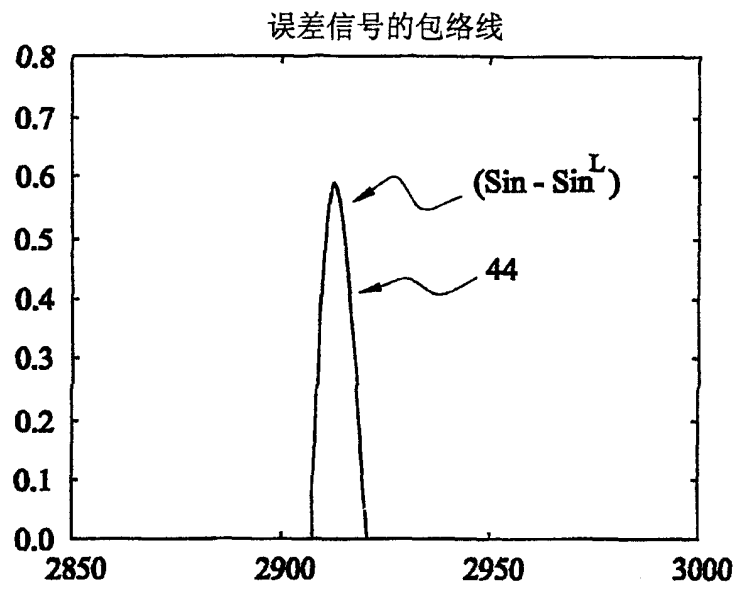


图4a

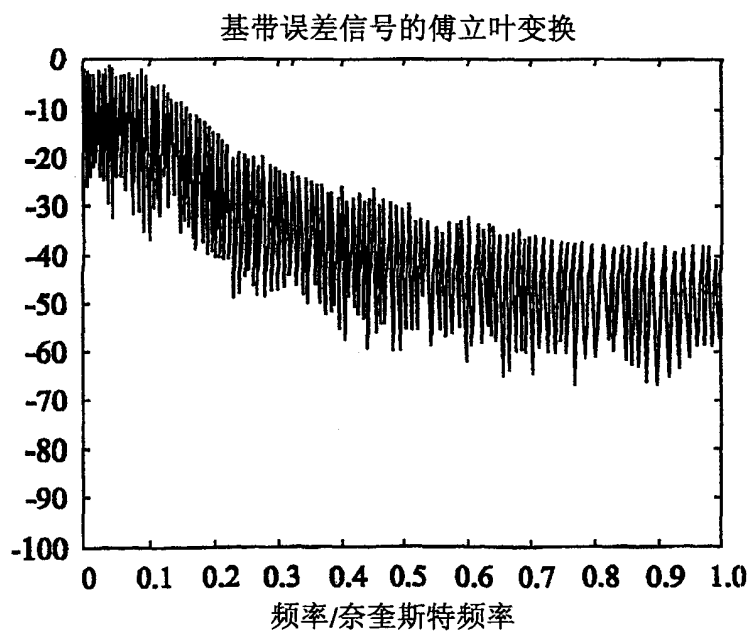


图4b

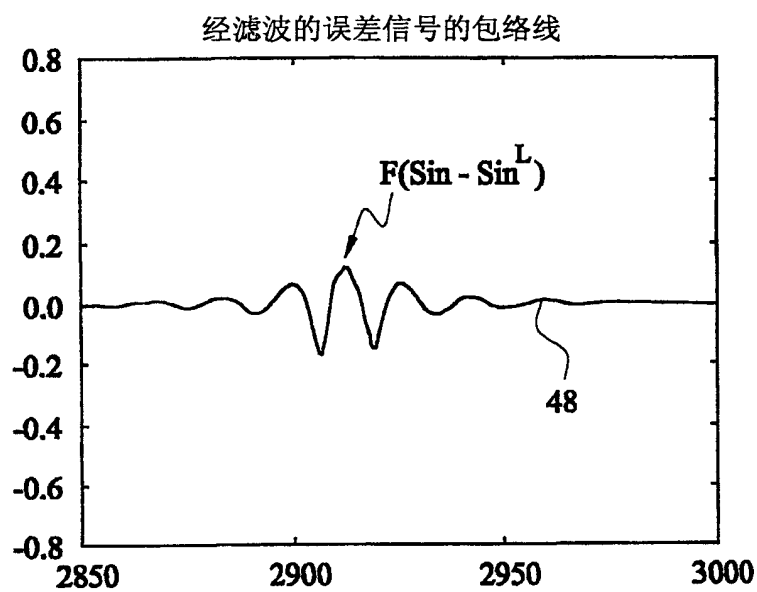


图5a

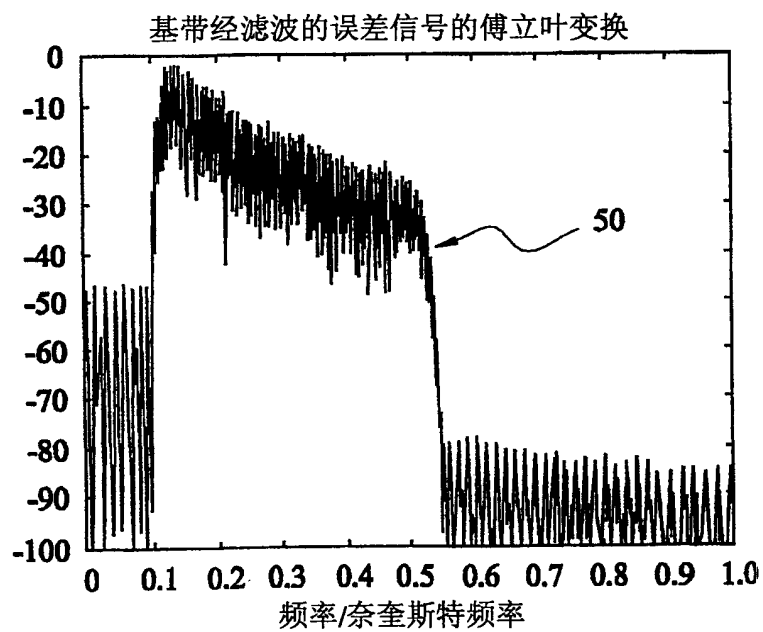


图5b

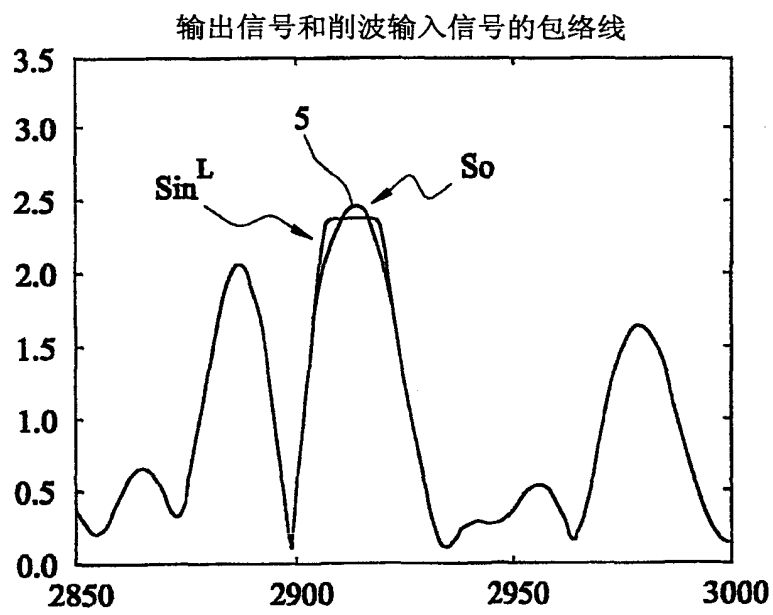


图6a

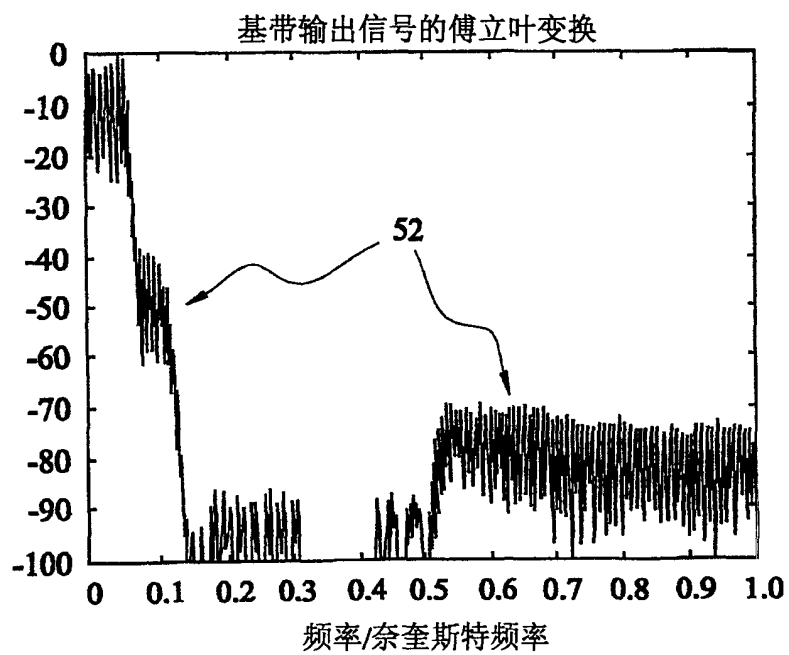


图6b

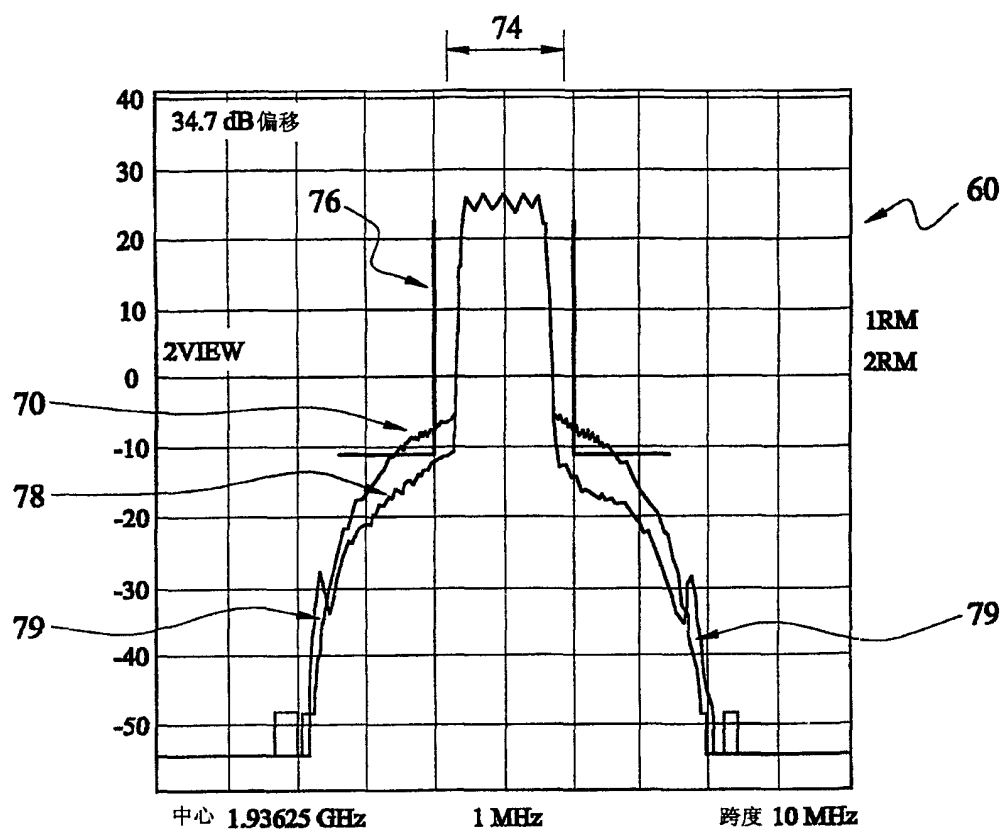


图7

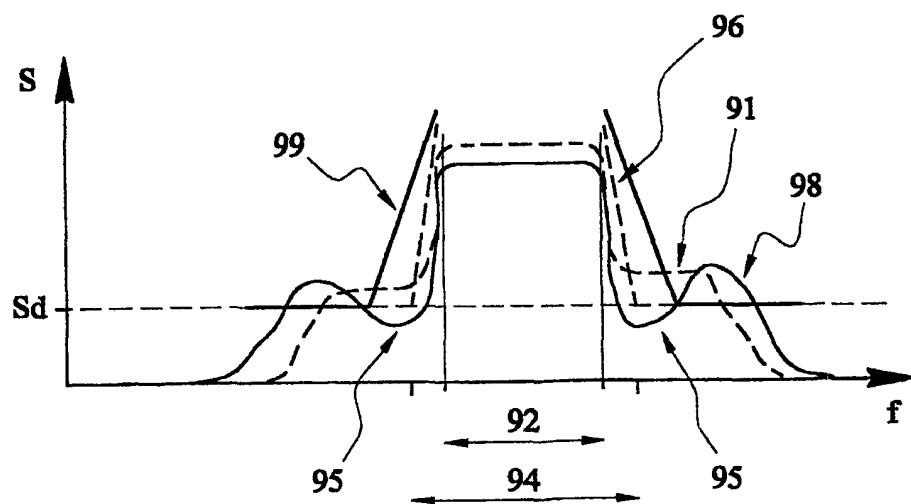


图9