

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04B 1/10 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880008900.3

[43] 公开日 2010年1月27日

[11] 公开号 CN 101636920A

[22] 申请日 2008.3.19

[21] 申请号 200880008900.3

[30] 优先权

[32] 2007.3.19 [33] US [31] 60/895,568

[86] 国际申请 PCT/IB2008/051041 2008.3.19

[87] 国际公布 WO2008/114216 英 2008.9.25

[85] 进入国家阶段日期 2009.9.18

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 M·戈什

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 李舒 刘红

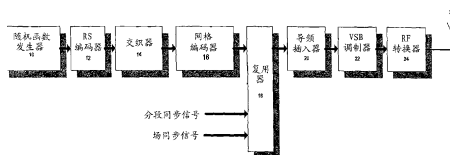
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

[54] 发明名称

针对既有信号的基于FFT的导频感测

[57] 摘要

检测既有信号的存在，以便允许次要用户与对频谱具有优先访问权的既有用户共享频谱空白空间。将该频谱让出与既有用户，以预防任何潜在的有害干扰和使得能进行频谱共享。通过对接收的信号(51)执行频域变换以生成多个频域分量(53)，从而检测既有信号(39)的存在。从所述多个频域分量(53)中识别出最大频域分量。取所识别的最大频域分量的平方，并将结果与检测阈值相比较，以确定既有信号是否存在。



1. 一种用于检测既有信号(39)的存在的方法,包括:
对接收的信号(51)执行频域变换,以生成多个频域分量(53);
从所述多个频域分量(53)中识别出最大频域分量;
取所识别的最大频域分量的平方;以及
将平方后的最大频域分量与检测阈值相比较,以确定既有信号是否存在。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述频域变换是x-点FFT变换。
3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述x-点FFT变换在单个停顿中执行。
4. 根据权利要求2所述的方法,其中所述x-点FFT变换在多个停顿中执行。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述频率变换是功率谱密度变换。
6. 根据权利要求1所述的方法,还包括在所述导频周围的区域中低通滤波该接收的信号,其中所述导频处在该既有信号(39)的已知位置。
7. 一种用于检测既有信号(39)的存在的方法,包括:
解调既有信号(39),以生成复解调基带信号(47);
低通滤波该复解调基带信号(47),以生成经滤波的复解调基带信号(49);
对所述经滤波的复解调基带信号(49)进行下采样,以产生下采样的经滤波的复解调基带信号(51);
对所述下采样的经滤波的复解调基带信号(51)执行频域变换,以识别从所述频域变换输出的经平均的独立矢量的最大差值;以及
将所述最大差值与阈值相比较,以确定既有信号是否存在。
8. 根据权利要求7所述的方法,还包括:在N个连续的停顿中对所述下采样的经滤波的复解调基带信号执行FFT运算;从所执行的FFT运算生成N个独立的矢量;将该N个独立的矢量分成M个子组;对M个子组的每个子组中的独立矢量取平均,从而产生所述M个子组中每个子组的单个经平均的独立矢量;计算该每个子组的单个经平均的独立矢量中每个之间的差值;以及从所计算的差值中识别出所述的最大差值。
9. 根据权利要求7所述的方法,其中所述频域变换是x-点FFT变换。

10. 根据权利要求9所述的方法, 其中所述 x -点 FFT 变换在单个停顿中执行。

11. 根据权利要求9所述的方法, 其中所述 FFT 运算在多个停顿中执行。

12. 根据权利要求7所述的方法, 其中所述频域变换是功率谱密度变换。

13. 一种用于检测既有信号的存在系统, 包括:

用于对接收的信号执行频域变换以生成多个频域分量的单元, 所述单元从所述多个频域分量中识别出最大频域分量, 其中所识别的最大频域分量被平方; 以及

检测器, 用于将所述被平方的最大频域分量与检测阈值相比较, 以确定既有信号是否存在。

14. 一种用于检测既有信号的存在系统, 包括:

用于解调既有信号以生成复解调基带信号的单元, 所述单元低通滤波该复解调基带信号以生成经滤波的复解调基带信号, 并对经滤波的复解调基带信号进行下采样以产生下采样的经滤波的复解调基带信号;

FFT 单元, 用于对所述下采样的经滤波的复解调基带信号执行频域变换, 以便识别出从所述频域变换输出的经平均的独立矢量的最大差值; 以及

检测器, 用于将所述最大差值与阈值相比较, 以确定既有信号是否存在。

针对既有信号的基于 FFT 的导频感测

本申请主张 2007 年 3 月 19 日提交的序列号为 No. 60/895,568 的美国临时申请的权益。

技术领域

本发明涉及一些通信系统，其包括认知无线电 (cognitive radio) 和/或软件定义的无线电 (SDR)，以在对诸如电视 (TV) 接收机那样的既有 (incumbent) 服务没有有害干扰的情况下达到有效的和可靠的频谱利用。

背景技术

已经提出许多建议来允许由无许可证的设备使用 TV 频谱，只要无许可证的用户对于该频谱的既有用户不造成有害的干扰。设想这些无许可证的设备将拥有能力来自主地识别那些在得到许可的电视频段内的频道，它们可以在那里进行传送而不造成有害的干扰。

电子和电气工程师协会 (IEEE) 802.22 无线区域网络 (WRAN) 工作组正在准备关于物理 (PHY) 和媒体接入控制 (MAC) 层接口的标准。该接口使得非允许的系统能基于认知无线电 (CR) 技术来利用指派给电视 (TV) 广播业务的频谱。为了与既有系统共存并避免可能影响诸如 TV 广播、无线话筒等等的现有业务的干扰，IEEE 802.22 的 MAC 协议使得 CR 基站在检测到由既有系统使用的频谱的使用时能够动态改变当前正使用的频道或 CR 终端的功率。

导频检测器已经被提议用来确定活动的电视频道的存在。然而，有许多问题与检测和识别经许可的数字电视 (DTV) 传输以便确定无许可证的设备是否能共享特定电视频道相关联。大多数的导频能量检测方法滤波导频周围的区域，然后测量窄带信号的能量。如果该信号能量超出某个阈值，则表明该信号被检测到。该方法对阈值很敏感，且噪声电平的任何不确定性都能使性能降级。而且，如果导频处于可能相当普遍的强衰落中，则检测到的概率会很低。导频能量检测方法的另一问题是导频定位的不确定性，导频定位可能需要 100KHz 带宽滤波器。然而，滤波器越大，性能降级就越厉害。

发明内容

按照本发明的各种实施例，基于 FFT 的导频检测快速和鲁棒地检测既有信号的存在、并迅速将频谱让出给既有用户，以预防任何潜在的有害干扰和使得能进行有效且可靠的频谱共享。

应当知道，既有用户被赋予对频谱的优先访问权，而次要 (secondary) 用户 (例如，认知无线电用户和软件无线电用户) 只具有在不干扰既有用户的基础上机会性地使用频谱的空白空间的访问权利。空白空间是通信技术中熟知的，它被定义为无线频谱中已分配的但实际上未使用的部分。

按照本发明的一个实施例，基于 FFT 的导频检测是基于所检测的载波信号中的导频的能量。通过使用已知的标称导频位置，将接收的信号解调到基带。利用大到足以容纳任何未知频偏的低通滤波器来滤波该基带信号。经滤波的信号被下采样 (down-sampled)，取子采样 (sub-sampled) 信号的 FFT，其中 FFT 大小取决于感测窗口的停顿时间 (dwell time)。通过寻找出在单个停顿窗口中的 FFT 输出平方的最大值、并将其与预定阈值相比较，来执行导频能量检测。

按照本发明的另一实施例，基于 FFT 的导频检测是基于导频在所检测的载波信号中的位置。通过使用已知的标称导频位置，将接收的信号解调到基带。利用大到足以容纳任何未知频偏的低通滤波器来滤波该基带信号。经滤波的信号被下采样，取子采样信号的 FFT，其中 FFT 大小取决于感测窗口的停顿时间。通过寻找出 FFT 输出平方的最大值的位置、并在多个停顿之间对其进行比较，来执行导频位置检测。

附图说明

在附图的各个图上图示了本发明的各种实施例，这些实施例打算是示例性的而不是限制性的，在这些图上，同样的参考符号被规定为是指同样的或对应的部件，其中：

图 1 图示传统的 ATSC 8-VSB 发射机的框图；

图 2 是图示图 1 的 VSB 信号的场同步信号的结构图；

图 3 图示了显示按照本发明实施例的检测器的框图。

图 4 是一个流程图，其图示了用于通过基于既有信号中的导频能量来执行基于 FFT 的导频检测、从而检测具有低信噪比的既有信号的存在的方法。

图 5 是一个流程图，其图示了用于通过借助于观测连续间隔上最大 FFT 值的位置来执行基于 FFT 的导频检测、从而检测具有低信噪比的既有信号的存在本发明的另一实施例。

图 6 图示了针对 10 个停顿（即 $N=10$ ）检测具有强导频的信号 $x(t)$ 时的 32 点 FFT 的模拟结果，其中该检测是基于所检测的信号 $x(t)$ 中的导频的能量；

图 7 图示了针对 10 个停顿（即 $N=10$ ）检测具有弱导频的信号 $x(t)$ 时的 32 点 FFT 的模拟结果，其中该检测是基于所检测的信号 $x(t)$ 中的导频的能量；以及

图 8 图示了针对 10 个停顿（即 $N=10$ ）检测具有弱导频的信号 $x(t)$ 时的 256 点 FFT 的模拟结果，其中该检测是基于所检测的信号 $x(t)$ 中的导频的能量。

具体实施例

现在从示例性系统、方法和设备几个方面来更详细地描述本发明，所述示例性系统、方法和设备通过执行基于 FFT 的导频检测来快速和鲁棒地检测尤其是具有低信噪比的既有信号的存在，而提供鲁棒的和有效的解决方案。频谱感测是用于动态频谱接入的关键使能者，因为它可以允许次要网络再用频谱而不会对主要用户造成有害干扰。因此，本发明在某种程度上可被表征为以基于 FFT 的频谱检测为基础的频谱感测技术。

本发明可适用于与一个或多个感测停顿（窗口）一起使用，其通过允许保持次要业务的 QoS 而不管定期安排的感测窗口，从而很适合于 MAC 感测体系结构。

这里描述的频谱感测具体地但不排他地被设计用于在高度动态和密集的网络中运行，并且已在 IEEE 802.22 标准的当前草案中被采用。这里描述的频谱感测被设计成主要保护两种类型的既有业务，即，TV 业务和无线话筒。具体地，无线话筒是频谱的经许可的次要用户，FCC 允许它在不产生干扰的基础上在空闲的 TV 频道上运行。

图 1 图示被使用来有规律地插入和传送已知数据的传统数字广播传输设备的框图。它是标准的 8 电平残余边带（VSB）传输设备，其包括随机函数发生器 10、里德-所罗门（Reed-Solomon, RS）编码器 12、交织器 14、网格编码器 16、复用器（MUX）18、导频插入器 20、VSB 调制器 22 和射频

(RF) 变换器 24。

导频插入器 20 将导频信号插入到来自复用器 18 的码元流中。导频信号在随机化和错误编码 (error coding) 级之后被插入, 以免破坏这些信号所拥有以便有效的固定的时间和振幅关系。在数据被调制之前, 对 8-VSB 基带信号施加小的 DC 移位。这使得在最终得到的调制频谱的零频率点处出现小的残余载波, 这是由导频插入器 20 提供的导频信号。这给予 VSB 接收器中的 RF 锁相环 (PLL) 电路某信号来锁定到其上, 所述某信号与所传送的数据无关。在导频信号被导频插入器 20 插入后, 输出受 VSB 调制器 22 支配。VSB 调制器 22 将码元流调制成中频频段的 8 VSB 信号。VSB 调制器 22 提供在标准频率 (在美国是 44MHz) 上的、经滤波的 (根升余弦) IF 信号, 其中一个边带的大部分被去除。

具体地, 八电平基带信号被调幅到中频 (IF) 载波上。该调制产生在载波频率周围的双边带 IF 频谱。然而, 总的频谱太宽以致于无法在指派的 6MHz 频道中传送。由调制所产生的旁瓣仅仅是中心频谱的经缩放的复制品, 整个下边带是上边带的镜像。所以, 通过使用滤波器, VSB 调制器丢弃了整个下边带和在上边带中的全部旁瓣。剩余的信号——中心频谱的上半部分——通过使用奈奎斯特滤波器被进一步去除二分之一。奈奎斯特滤波器是基于奈奎斯特理论, 该理论概括为: 以给定的采样速率传送数字信号只需要 $1/2$ 频带宽度。

进一步按照图 1, RF (射频) 变换器 24 把来自 VSB 调制器 22 的中频频带的信号转换成 RF 频带信号的信号, 并通过天线 26 把该信号传送到接收系统。

8-VSB 信号的每个数据帧具有两个场, 即奇场和偶场。两个场各具有 313 个分段, 其中第一分段对应于场同步 (sync) 信号。图 2 是图示图 1 的 8-VSB 信号的场同步信号的结构图。如图 2 所示, 奇场和偶场的每个分段具有 832 个码元。每个奇场和偶场中的每个分段的头四个码元包含分段同步信号 (4-码元数据-分段-同步 (DSS)) 序列。

为了使 VSB 信号是更可接收的, 把训练序列嵌入到 VSB 信号的每个奇场和偶场的第一分段 (包含场同步信号) 中。场同步信号包括用于信道均衡器的四个伪随机训练序列: 由 511 个符号组成的伪随机数 (PN) 511 序列; 和三个 PN63 序列, 每个 PN63 序列由 63 个码元组成。每当场改变时, 所述三个 PN63 序列的第二个 PN63 序列的符号也变化, 由此表明一个场是

数据帧的第一(奇)场还是第二(偶)场。同步信号检测电路通过使用 PN511 序列确定所接收的多径信号的幅度和位置(相位)的分布,并生成对于诸如译码操作那样的各种 DTV 接收操作所必需的多个同步信号。

参考图 3,其示出了检测器 500 的示例性实施例。应当理解,检测器 500 的参数可以根据所期望的感测时间、复杂度、漏检概率以及虚警概率来选择。按照图 3,检测器 500 包括天线 311、调谐器 313、A/D 转换器 315、复混频器 317、窄带滤波器 319、子采样单元 321、FFT 单元 323、以及能量/位置检测器 325。

调谐器 313 被用于接收既有信号 39 并提供低 IF (LIF) 信号 43。模数(A/D)转换器 315 被用于以最高频率的至少两倍的采样速率对该低 IF (LIF) 信号 43 进行采样,并将该低 IF (LIF) 信号 43 转换成数字 LIF 信号 45。该数字 LIF 信号 45 作为第一输入被提供给复混频器 317,在其中该信号与从振荡器(未示出)输出的参考信号 55 相组合,该振荡器具有等于载波频率的特征频率 f_c 。复混频器 317 输出复解调基带信号 47。复解调基带信号 47 作为输入被提供给窄带滤波器 319,该窄带滤波器 319 被用于执行低通滤波并产生经滤波的复解调基带信号 49。子采样单元 321 对经滤波的复解调基带信号 49 进行下采样,并输出下采样的经滤波的复解调基带信号 51。FFT 单元 323 接收该下采样的经滤波的复解调基带信号 51,生成 FFT 窗口并对该下采样的经滤波的复解调基带信号 51 执行 FFT 处理。FFT 单元 323 输出多个频域分量信号 53。能量/位置检测器 325 接收该多个频域分量信号 53,并输出有关既有信号 39 存在与否的单一确定。

在这里所描述的每个实施例中,阈值的选择由所期望的虚警概率 P_{FA} 确定。

图 4 是一个流程图,其图示了用于通过基于既有信号中的导频能量来执行基于 FFT 的导频检测、从而检测具有低信噪比的既有信号的存在本发明的另一实施例。作为例子,待检测的载波信号 $x(t)$ 被假定是在 5.38MHz 的低 IF 上的带通信号,其标称导频位置为 2.69MHz。还假定该信号以 21.52MHz 被采样。

然而,应理解,参考图 4 所描述的动作可以通过适当的修改而被实现来检测任何包括导频的信号,其中该信号以任何 IF 或 RF 频率被传送并以任何适当的采样速率被采样。在框 602 中,利用 $f_c=2.69\text{MHz}$ 的标称频偏将接收的信号解调到基带。该标称频偏被应用来将导频信号放置得靠近 DC。

$x(t)$ = 在低 IF (例如 5.38MHz) 上的实带通信号

$y(t) = x(t) e^{-j2\pi f_c t}$ = 在基带上的复解调信号

在框 604, 用有带宽的低通滤波器对复解调基带信号 $y(t)$ 进行滤波。通常, 该滤波器带宽大得足以容纳信号中任何未知的频偏。在一些实施例中, 通过使滤波器带宽变窄, 可以使导频能量检测更鲁棒而不损害带有大的频偏的信号的可检测性。在框 606, 对经滤波的信号 $y(t)$ 进行从 21.52MHz 到 53.8KHz 的下采样。在框 608, 取该下采样的信号的 FFT, 以生成多个频域分量信号。FFT 的长度可以取决于停顿时间而变化。例如, 1ms 的停顿将允许 32 点 FFT。5ms 的停顿将允许 512 点 FFT。应指出, 增加停顿时间会提高性能。在框 610, 在单个停顿中, 识别 FFT 输出平方的最大值以及它的位置。在框 612, 将这个值与能量阈值相比较, 以检测信号的存在。

应认识到, 以上动作可以由诸如微处理器、DSP 等的处理单元以软件或固件形式来执行。

在另一实施例中, 该创新性的导频能量检测引入了多个停顿以便基于位置来确定既有信号的存在与否。例如, 可以考虑 N 个停顿, 其中 N 是大于 1 的正整数。

图 5 是一个流程图, 其图示了用于通过借助于观测连续间隔上最大 FFT 值的位置来执行基于 FFT 的导频检测、从而检测具有低信噪比的既有信号的存在本发明的另一实施例。在框 702 中, 利用示例性的 $f_c = 2.69\text{MHz}$ 的标称频偏将接收的信号解调到基带, 该标称频偏被应用来将导频信号放置得靠近 DC。

$x(t)$ = 在低 IF (例如 5.38MHz) 上的实带通信号

$y(t) = x(t) e^{-j2\pi f_c t}$ = 在基带上的复解调信号

在框 704, 利用低通滤波器对复解调基带信号 $y(t)$ 进行滤波。通常, 该滤波器带宽应当大到足以容纳该信号中的任何未知的频偏。在框 706, 对经滤波的信号 $y(t)$ 进行从示例性的 21.52MHz 到 53.8KHz 的下采样。在框 708, 在 N 个连续的停顿中独立地执行下采样信号的 x -点 FFT, 从该 FFT 分别输出 N 个独立的 512×1 矢量 V_1 至 V_N 。 x -点 FFT 的大小优选为 2 的幂, 例如 $\{32 \times 1\}$, $\{64 \times 1\}$, $\{128 \times 1\}$ 或 $\{512 \times 1\}$ FFT。

$V_1 = [(FFT_{out-1}), (FFT_{out-2}), \dots, (FFT_{out-512})]$

$$V_N = [(FFT_{out-1}), (FFT_{out-2}), \dots, (FFT_{out-512})]$$

应理解,对于可能使用的停顿的数量没有约束或限制。换句话说,停顿的数量 N 可以是等于或大于 1 的正整数。所使用的 FFT 的长度与每个停顿的停顿时间有关。例如,1ms 停顿允许 32 点 FFT,而 5ms 停顿允许 512 点 FFT。

在框 710, V_1 至 V_N 的矢量集合被分成多个 (M 个) 组。在本发明的一个实施例中, V_1 至 V_N 的矢量集合被分成两个组,因此 $M=2$ 。优选地,每个组包含同样数量的矢量。例如,在两个组 ($M=2$) 的情况下,每个组具有 $N/2$ 个矢量。即,第一组由矢量 $\{V_1$ 至 $V_{N/2}\}$ 组成,而第二组由 $\{V_{N/2}$ 至 $V_N\}$ 组成。

应理解,对于可从初始矢量集合 N 创建的组的数量 M 没有约束或限制。例如,在一个实施例中,预期把由矢量 V_1 至 V_N 组成的矢量集合 N 分成四个组 ($M=4$),其中每个组由 $N/4$ 个矢量组成。类似地,在另一实施例中,预期把由矢量 V_1 至 V_N 组成的矢量集合 N 分成 8 个组 ($M=8$),其中每个组由 $N/8$ 个矢量组成。

在框 712,分别取各组中的每个矢量的平均。例如,在 $N=10, M=2$ 以及 $FFT=512$ 的情况下,分别取两组中每组的 5 个矢量的平均。在框 714,识别出每个矢量组中的单个最大矢量值 f_{max} 。

在框 716,在 $N=10$ 且 $M=2$ 的情况下,差值 D 被计算为最大矢量值 $f_{max-group-1}$ 和 $f_{max-group2}$ 之间的差。在有多个组的情况下,计算每个组之间的差值。例如,在 4 个组的情况下,计算 8 个差值。在框 718,把最大的 (或唯一的) 差值 D_{max} 与阈值相比较,以确定既有信号存在与否。

图 6 图示了针对单个停顿 (即 $N=1$) 检测包括强导频的信号 $x(t)$ 时的 32 点 FFT 所获得的模拟结果,其中该检测是基于被检测的信号 $x(t)$ 中的导频的能量。图 7 图示了在尝试检测弱导频信号时使用 32 点 FFT 的缺点。在这种情况下,用更高阶 FFT 来提取弱导频信号是优选的。图 8 图示了当使用更高阶 FFT 时,具有改进的分辨率的更佳的性能结果。如图 10 所示,256 点 FFT 容易地检测到衰落的导频信号,这是使用图 7 的 32 点 FFT 不能实现的。

应认识到,可用另一算法来代替 FFT。还应认识到,对于平均间隔的长度没有约束或限制。例如,10ms 的单个长停顿可以与 512-点 FFT (或另一算法) 一起被使用来获得更佳的检测性能。

像数字 ATSC 标准那样, 模拟全国电视系统委员会 (NTSC) 广播信号也包含导频信号和其它已知的同步信号分量, 其可被用于接收机的位置定位 (position location)。本发明适用于模拟 NTSC 广播信号。例如, 水平扫描同步信号在 63.6 微秒的每个水平扫描时间中出现。这个 63.6 微秒等同于先前讨论的分段时间间隔, 而这个水平扫描同步信号起到与数字 ATSC 标准的分段同步比特波形相似的作用。对于这些模拟 TV 广播信号, 还存在周期性地出现的已知的重影抵消参考 (GCR) 信号, 该信号被 TV 接收机使用来在从发射机到接收机的信号传播期间对抗多径。这个 GCR 信号类似于数字 ATSC 广播信号的场同步分段信号。本发明还扩展到其它类型的模拟 TV 广播信号。

欧洲电信标准协会 (ETSI) 建立了数字视频广播-地面 (DVB-T) 标准, 它是基于正交频分复用 (OFDM) 信号的使用。本发明可适用于 DVB-T 和密切相关的日本综合业务数字广播-地面 (ISDB-T) 系统。DVB-T 系统的 8K 模式例如由 6816 个 OFDM 载波组成, 其中每个载波用 896 微秒持续时间的编码数据码元进行 QAM 调制 (QPSK 是特殊情形)。6816 个数据码元的整个组被称为这个 DVB-T 广播信号的一个码元。具有 896 微秒持续时间的载波的一个个 QAM 调制码元有时被称为信元 (cell)。这些信元中有许多是固定的, 并在 TV 接收机处被用于同步目的。这些已知的同步信元, 即所谓的导频载波或信元, 可被使用来根据本发明确定接收机的位置定位。

本发明可适用于其它的 OFDM 广播信号, 诸如 ETSI 数字音频广播 (DAB) 和美国带内同频 (IBOC) 数字音频广播系统。OFDM 音频广播信号也被 Sirius 与 XM Radio 的卫星数字音频无线电服务 (SDARS) 系统的地面中继站使用。

在这里所描述的实施例中, 为了快速和鲁棒地检测既有用户的存在, 在次要用户的认知无线电或软件无线电设备中使用基于 FFT 的导频检测方法, 该方法依靠 (leverage on) 既有信号中导频的已知位置以便检测既有信号的存在。以这种方式, 本发明对于合并了至少一个导频信号的任何既有信号具有普遍的适用性。此外, 本发明尤其但不排它地, 适合于具有低信噪比的载波信号。

按照本发明的不同的实施例, 本发明的基于 FFT 的导频检测可以基于不同的准则, 包括但不限于: 被检测的信号中的导频的位置, 或被检测的信号中的导频的能量。在其它的实施例中, 预期有各种组合的方案, 这些方案将导频检测的这些准则 (例如位置和能量) 组合起来。

对本发明的优选实施例的以上说明是为了例示和描述的目的而给出的。它并不打算是穷举的或用来将本发明限制于所公开的精确的形式。鉴于以上的教导，有可能作出许多修改和变化。本发明的范围不打算由本详细说明来限制，而是打算由所附的权利要求及其等同物来限制。

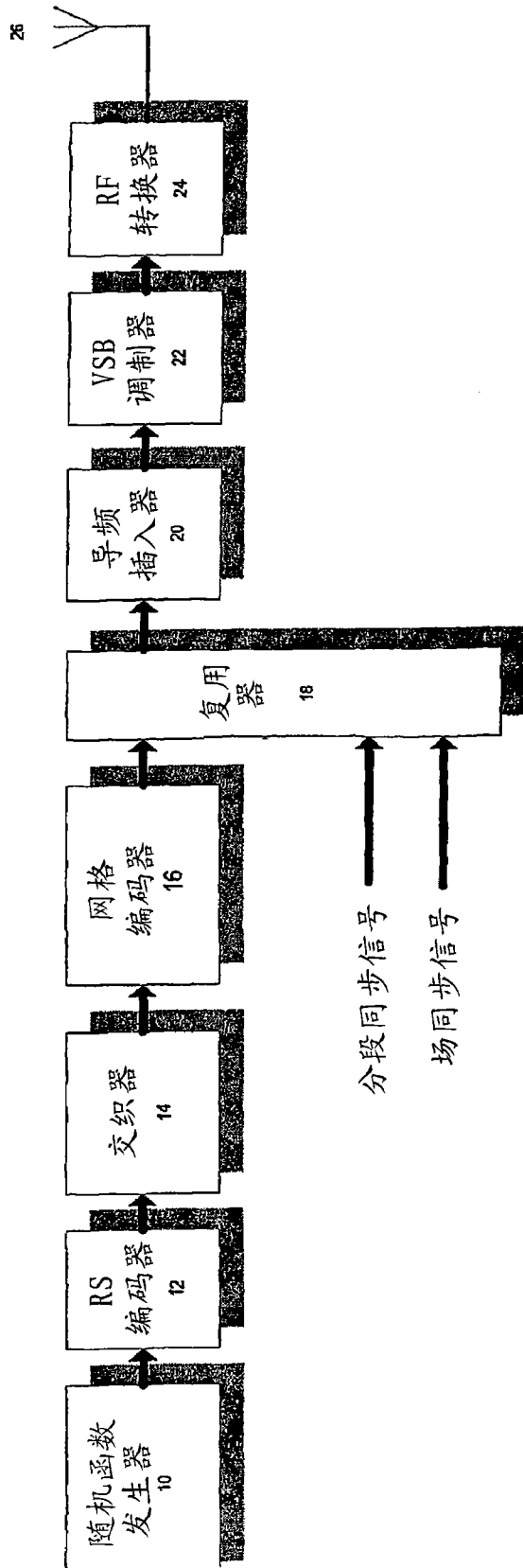


图 1

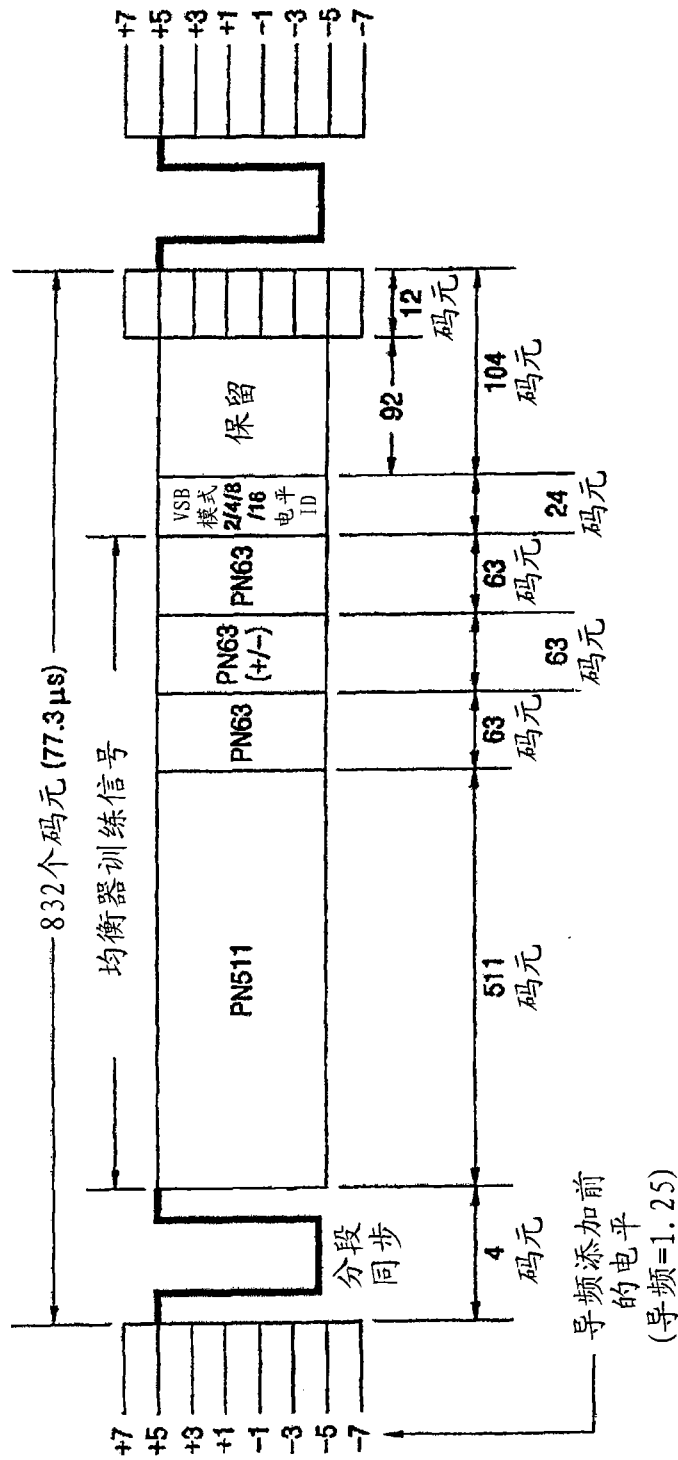


图 2

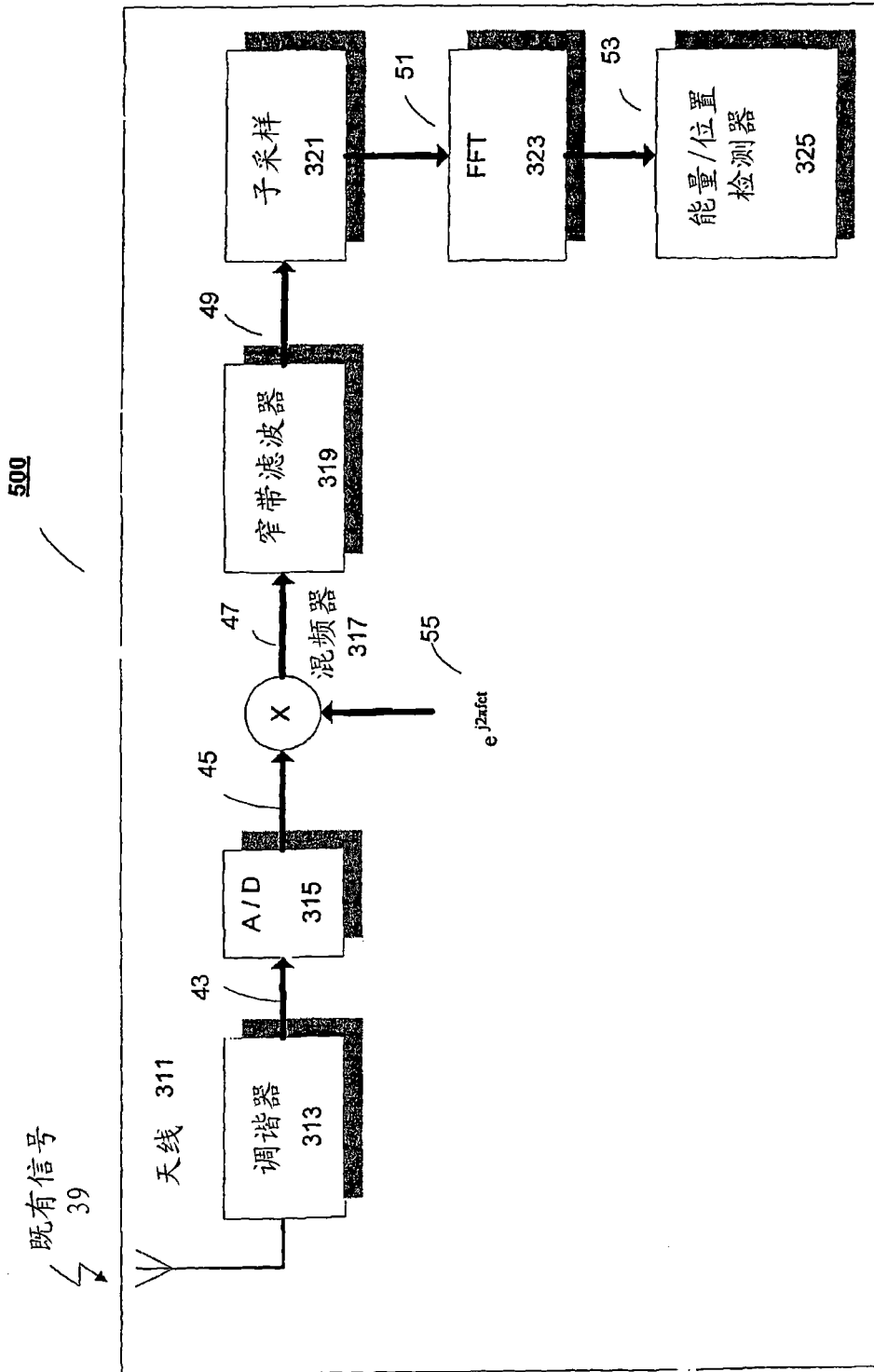


图 3

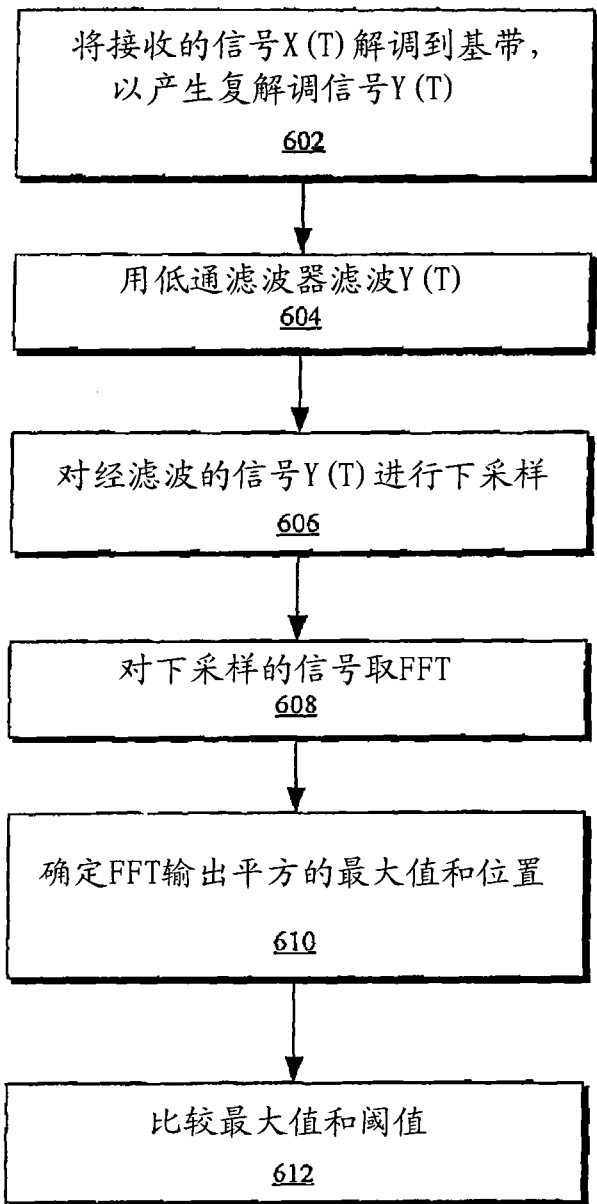


图 4

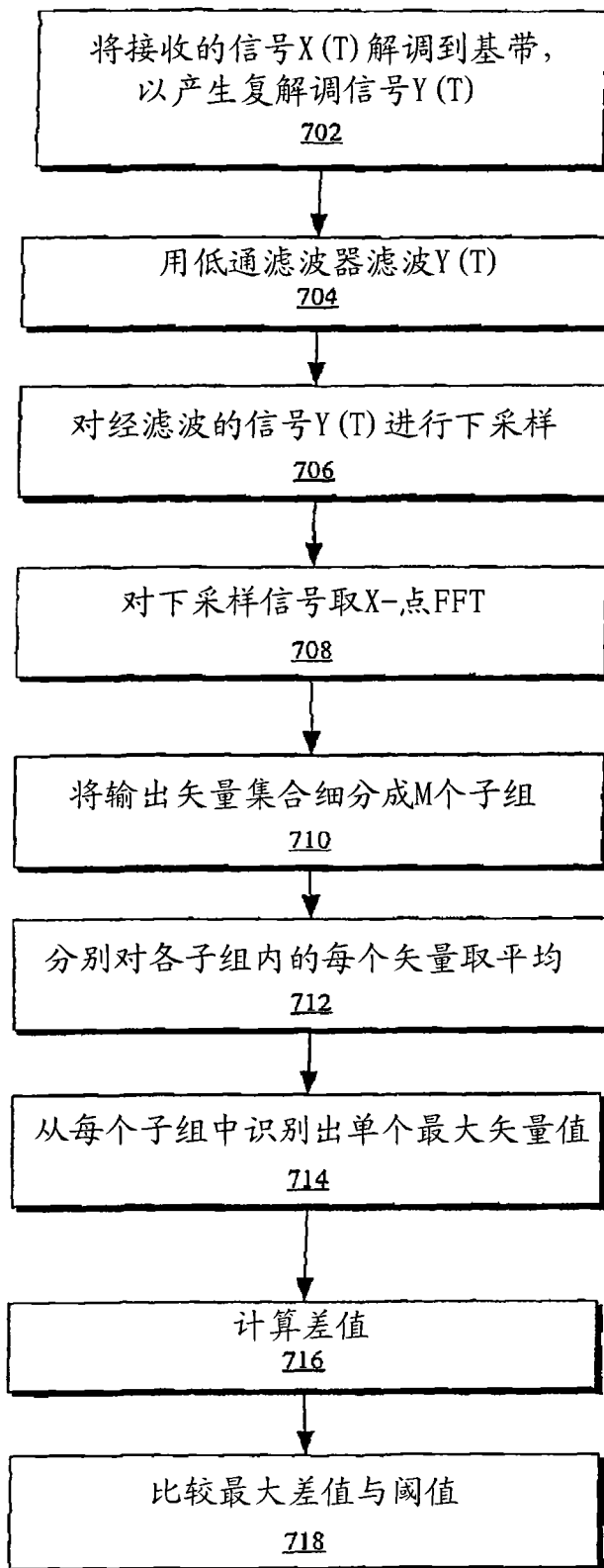


图 5

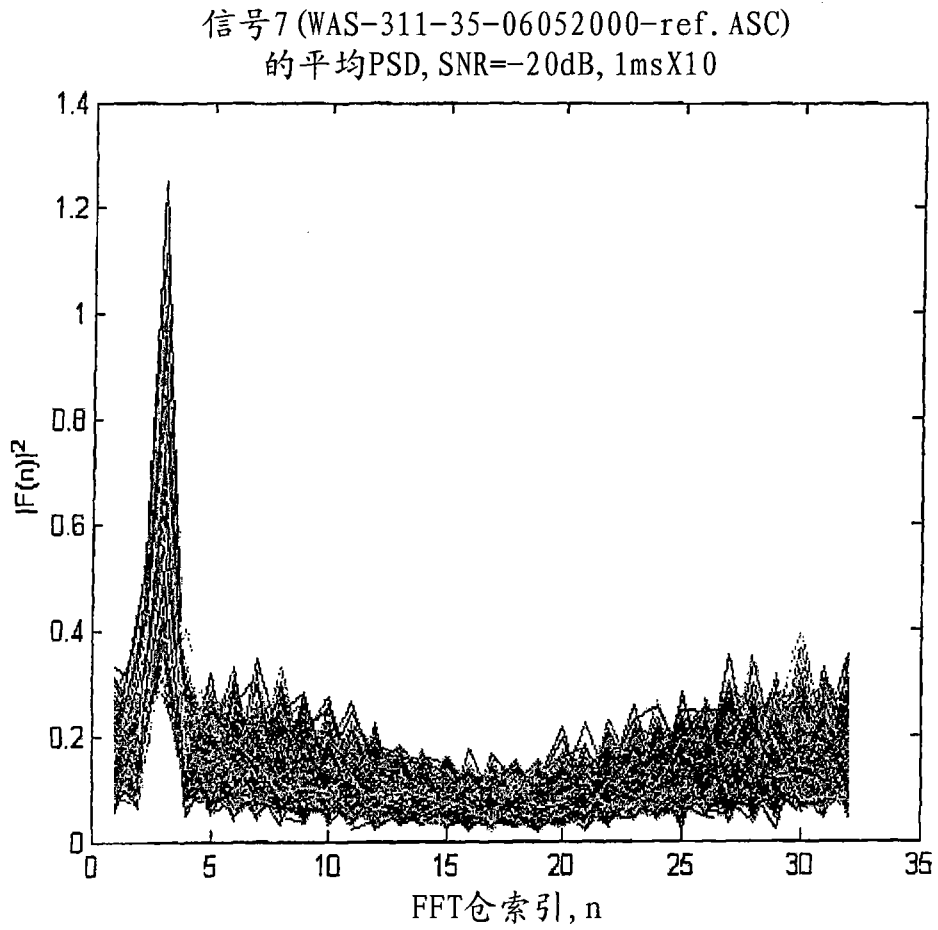


图 6

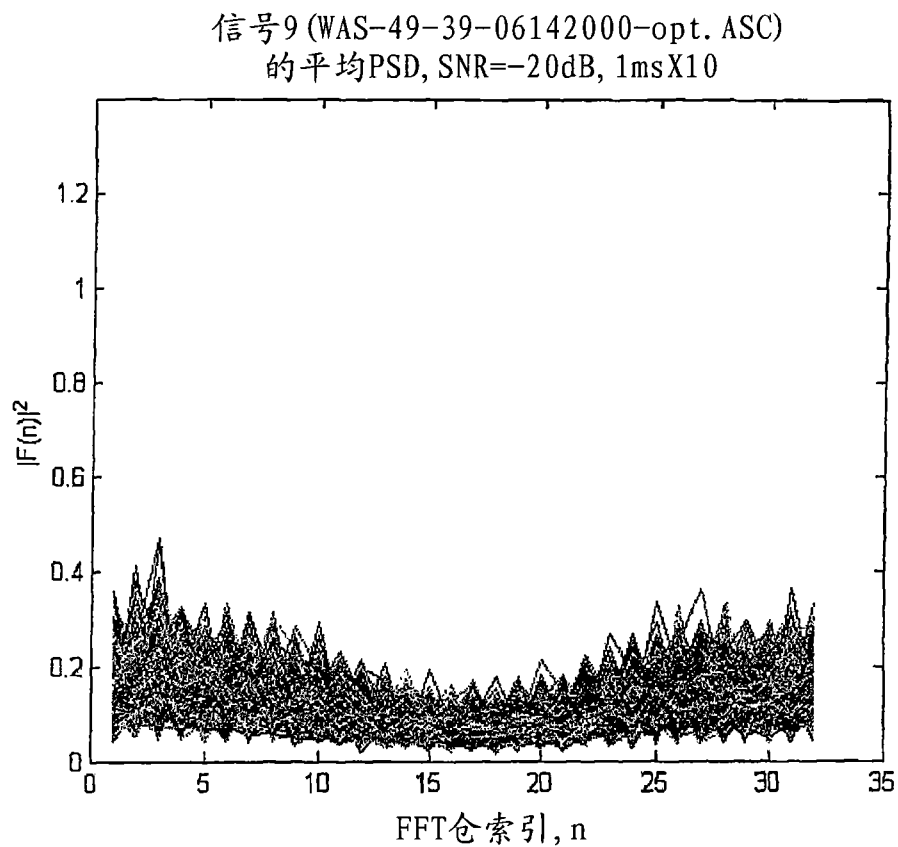


图 7

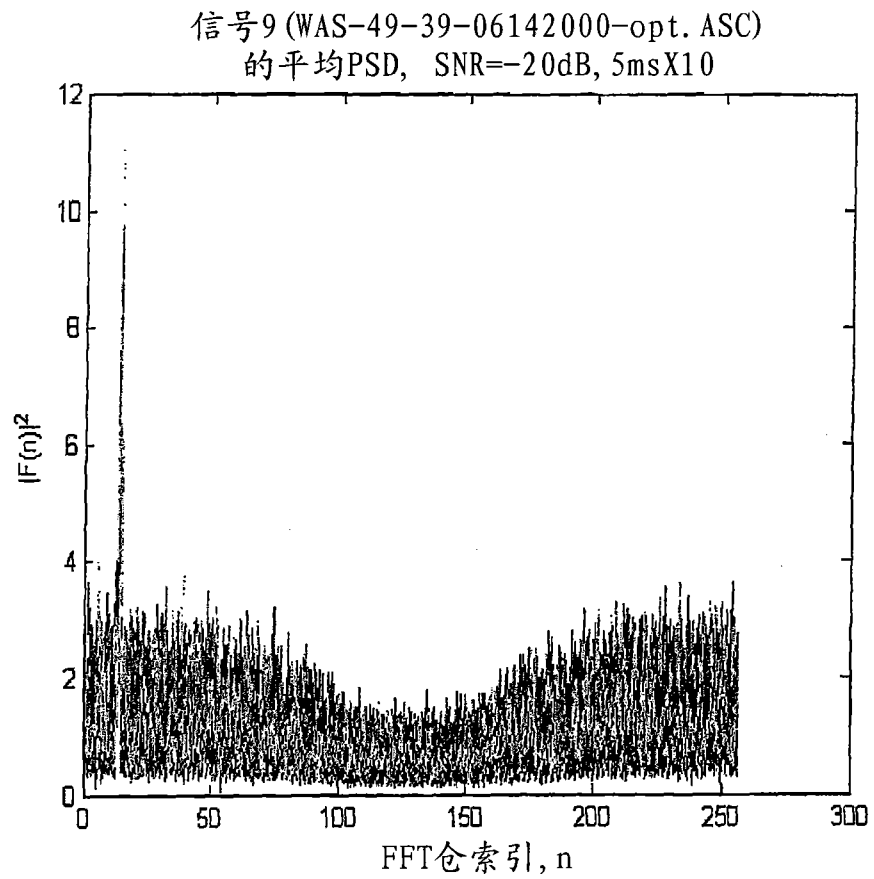


图 8