



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00135256.3

[45] 授权公告日 2005 年 4 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1196272C

[22] 申请日 2000.12.12 [21] 申请号 00135256.3  
 [30] 优先权  
 [32] 1999.12.15 [33] EP [31] 99310117.9  
 [71] 专利权人 朗讯科技公司  
 地址 美国新泽西州  
 [72] 发明人 戴维·L·巴图劳尔  
 潘特利斯·莫诺勾迪斯  
 审查员 赵晓红

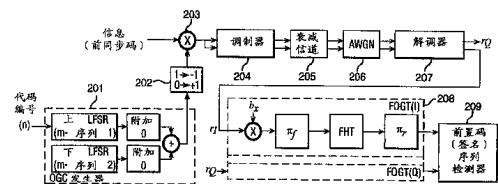
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
 标事务所  
 代理人 蒋世迅

权利要求书 6 页 说明书 14 页 附图 5 页

[54] 发明名称 检测前置码序列的方法以及前置码检测器

### [57] 摘要

本发明涉及一种用于检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的方法，包括下述步骤：(a) 根据快速正交金色码变换 FOQT，使所接收的扩频信号与第一正交金色码 OGC 集合的序列相关联，以提供前置码信号；(b) 按照第二快速变换方法，使所述前置码信号与所述前置码序列组相关，以产生一组索引值；(c) 根据所述索引值组，形成判定统计量；和(d) 将对应于所述判定统计量的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列。



1. 一种用于检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的方法，包括下述步骤：

(a) 根据快速正交金色码变换 FOGT，使所接收的扩频信号与第一正交金色码 OGC 集合的序列相关联，以提供前置码信号；

(b) 按照第二快速变换方法，使所述前置码信号与所述前置码序列组相关，以产生一组索引值；

(c) 根据所述索引值组，形成判定统计量；和

(d) 将对应于所述判定统计量的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列。

2. 按照权利要求 1 所述的方法，其中，对于步骤 (a) 来说，所述快速正交金色码变换 FOGT 包括下述步骤：

1) 使所接收的扩频信号和第一序列矢量及正向置换矢量相乘，产生置换后的序列信号，其中：

第一 OGC 集合产生自所述第一序列矢量和第二序列矢量的循环移位矩阵，所述正向置换矢量在 i) 循环移位矩阵和 ii) 沃尔什-哈达玛序列矩阵之间映射；和

2) 对所述置换后的序列信号应用快速哈达玛变换，产生一组相关信号，根据预定的判定准则，将所述前置码信号选择为所述相关信号组中的一个相关信号。

3. 按照权利要求 1 所述的方法，其中：

对于步骤 b) 来说，所述前置码序列组选自由第一和第二序列矢量形成的第二 OGC 集合，所述第二 OGC 集合产生自所述第一序列矢量和第二序列矢量的循环移位矩阵；其中

所述第二快速变换是快速正交金色码变换 FOGT，包括下述步骤：

1) 使所述前置码信号和第一序列矢量及正向置换矢量相乘，产生

置换后的前置码信号，所述正向置换矢量在 i) 循环移位矩阵和 ii) 沃尔什-哈达玛序列矩阵之间映射，和

2) 对所述置换后的前置码信号应用快速哈达玛变换，产生所述索引值组。

4. 按照权利要求 1 所述的方法，其中，对于步骤 (b) 来说，所述前置码序列组选自沃尔什-哈达玛序列集合，所述第二快速变换是快速哈达玛变换。

5. 按照权利要求 1 所述的方法，其中，对于步骤 (a) 来说，所接收的扩频信号是码分多址通信系统中随机访问信道的脉冲串。

6. 按照权利要求 1 所述的方法，其中步骤 (c) 包括下述步骤：

1) 根据基于这样的相关所确定的解码信号的索引，形成初始的判定统计量，其中所述相关具有与所述前置码的签名序列索引相对应的最大幅度平方值；

2) 选择由与对应于所述初始统计量的前置码信号相结合的前置码序列所产生的信号；

3) 在一个或多个振幅和相位中，调节在步骤 2) 中选择的信号；  
和

4) 根据调节后的信号，形成所述判定统计量。

7. 按照权利要求 6 所述的方法，其中步骤 (c) 的 3) 通过根据前置码信号来估计信道响应，根据所述前置码信号来形成消旋信号，并且使所述消旋信号与用于相干序列检测的前置码信号相组合，来调节所选择的信号。

8. 按照权利要求 6 所述的方法，其中步骤 (c) 的 2) 采用所述初始判定统计量，本地产生对应的前置码序列，其中所述本地产生的前

置码序列与用于相干序列检测的前置码信号相组合。

9. 一种检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的方法，包括下述步骤：

- (a) 使所接收的扩频信号与一组正交序列相关，提供前置码信号；
- (b) 根据快速正交金色码变换 FOGT，使所述前置码信号与正交金色码 OGC 集合的一个或多个前置码序列相关，产生一组索引值；
- (c) 根据所述索引值组，形成判定统计值；和
- (d) 将对应于所述判定统计值的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列。

10. 按照权利要求 9 所述的方法，其中：

对于步骤 b) 来说，每个前置码序列选自由第一和第二序列矢量形成的 OGC 集合，其中所述 OGC 集合由第一序列矢量以及第二序列矢量的循环移位矩阵产生；其中

所述快速正交金色码变换 FOGT 包括下述步骤：

1) 使所述前置码信号和第一序列矢量及正向置换矢量相乘，产生置换后的前置码信号，所述正向置换矢量在 i) 循环移位矩阵和 ii) 沃尔什-哈达玛序列矩阵之间映射；和

2) 对置换后的前置码信号应用快速哈达玛变换，产生所述索引值组。

11. 一种用于检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的前置码检测器，所述前置码检测器包括：

根据快速正交金色码变换 FOGT，使所接收的扩频信号与第一正交金色码 OGC 集合的序列相关，从而提供前置码信号的第一相关器；

按照第二快速变换方法，使所述前置码信号与所述前置码序列组相关，从而产生一组索引值的第二相关器；

根据所述索引值组，形成判定统计量的电路；和

将对应于所述判定统计量的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列的选择器。

12. 按照权利要求 11 所述的前置码检测器, 其中所述第一 OGC 集合由第一序列矢量和第二序列矢量的循环移位矩阵产生, 所述正向置换矢量在 i) 循环移位矩阵和 ii) 沃尔什-哈达玛序列矩阵之间映射; 其中:

所述第一相关器包括:

使所接收的扩频信号和第一序列矢量及正向置换矢量相乘, 从而产生置换后的序列信号的乘法器; 和

对所述置换后的序列信号应用快速哈达玛变换, 从而产生一组相关信号的组合器, 根据预定的判定准则, 所述前置码信号被选为所述相关信号组中的一个相关信号。

13. 按照权利要求 11 所述的前置码检测器, 其中:

所述前置码序列组选自第一和第二序列矢量形成的第二 OGC 集合, 所述第二 OGC 集合由所述第一序列矢量以及第二序列矢量的循环移位矩阵产生; 所述第二快速变换是快速正交金色码变换 FOGT; 其中:

所述第二相关器包括:

使所述前置码信号和第一序列矢量及正向置换矢量相乘, 从而产生置换后的前置码信号的乘法器, 所述正向置换矢量在 i) 循环移位矩阵和 ii) 沃尔什-哈达玛序列矩阵之间映射, 和

对所述置换后的前置码信号应用快速哈达玛变换, 从而产生所述索引值组的组合器。

14. 按照权利要求 11 所述的前置码检测器, 其中所述前置码序列组选自沃尔什-哈达玛序列集合, 并且所述第二快速变换是快速哈达玛变换。

15. 按照权利要求 11 所述的前置码检测器，其中所接收的扩频信号是码分多址通信系统中随机访问信道的脉冲串。

16. 按照权利要求 11 所述的前置码检测器，其中所述形成判定统计量的电路包括：

根据具有与所述前置码的签名序列索引相对应的最大幅度平方值的解码信号的索引，形成初始判定统计量的第一幅度检测器；

选择由与对应于所述初始判定统计的前置码信号相组合的前置码序列所产生的信号的信号选择器；

在一个或多个幅度和相位中，调节在步骤 2) 中选择的信号的相干检测器；和

根据所述调节后的信号，形成判定统计量的第二幅度检测器。

17. 按照权利要求 16 所述的前置码检测器，其中所述相干检测器包括用于 i) 根据前置码信号来估计信道响应，和 ii) 根据所述前置码信号来形成消旋信号的信道评价器，以及用于使所述消旋信号与用于相干序列检测的前置码信号组合的组合器。

18. 按照权利要求 16 所述的前置码检测器，其中所述相干检测器包括序列发生器，所述序列发生器采用初始判定统计量，本地产生对应的前置码序列；并且使所述本地产生的前置码序列与用于相干序列检测的前置码信号相组合的组合器。

19. 按照权利要求 11 所述的前置码检测器，其中所述前置码检测器以集成电路形式实现。

20. 一种用于检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的前置码检测器，包括：

使所接收的扩频信号与一组正交序列相关，从而形成前置码信号的第一相关器；

按照快速正交金色码变换，使所述前置码信号与正交金色码 OGC 集合的一个或多个前置码序列相关，从而形成一组索引值的第二相关器；

根据所述索引值组，形成判定统计量的电路；和

将对应于判定统计量的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列的选择器。

21. 按照权利要求 20 所述的前置码检测器，其中：

每个前置码序列选自由第一和第二序列矢量形成的 OGC 集合，其中所述 OGC 集合由第一序列矢量以及第二序列矢量的循环移位矩阵产生；其中：

所述第二相关器包括：

使所述前置码信号和第一序列矢量及正向置换矢量相乘，从而产生置换后的前置码信号的乘法器，所述正向置换矢量在 i) 循环移位矩阵和 ii) 沃尔什-哈达玛序列矩阵之间映射；和

对所述置换后的前置码信号应用快速哈达玛变换，产生所述索引值组的组合器。

22. 按照权利要求 20 所述的前置码检测器，其中所述前置码检测器以集成电路形式实现。

## 检测前置码序列的方法以及前置码检测器

### 技术领域

本发明涉及码分多址 (CDMA) 通信系统中的信号解调, 更具体地说, 涉及 CDMA 接收器中, 代码序列的去扩频和前置码检测。

### 背景技术

在无线, 蜂窝, 或者类似的码分多址 (CDMA) 电信系统中, 为上行链路 (用户到基站) 和下行链路 (基站到用户) 通信规定了多个信道。通常, 每个信道包括一个与共同的计时基准同步的扩频信号。导频信号是在整个系统内被传输, 用于各种代码序列的同步 (在时间和代码相位 (code phase) 方面) 的未调制代码序列, 导频信号由扩频 (调制) 和去扩频 (解调) 操作使用。通过利用伪随机 (PN) 和/或正交代码序列, 可在频率方面扩频信道信号。

通过信道传输的信号是由一系列值代表的二进制数据, 每个值称为一个符号。扩频 PN 代码序列也是由一系列值代表的二进制数据, 每个值被称为一个码片 (chip)。但是, 码片的宽度 (时间长度) 远远小于符号的宽度。对于按照 IS-95 或者宽带 CDMA (W-CDMA) 标准操作的一些系统来说, 每个符号可含有多达 256 个码片。扩频信号随后可与诸如 Walsh 码 (也称为沃尔什-哈达玛 (Walsh-Hadamard) 序列) 之类的正交码组合, 以便在通过传输媒体传输的多个扩频信号之间维持较低的互相关性, 甚至零互相关性。每个正交码也是以一系列二进制值的形式产生的, 每个值的宽度和符号宽度相同。

这些 CDMA 电信系统的信道或者为用户信道, 或者为系统信道。语音、音频数据或者数据信号通常通过用户信道传输, 而系统信道由基站和用户使用, 以便广播信息, 或者被用户或者基站随机访问, 以便通过信道建立连接。通常使用相同的 PN 代码序列扩频信道, 随后



利用唯一分配的正交码信号扩频每个信道。随后，接收器可利用分配给每个信道的独特的正交码信号，区分这些信道。由于对于所有的信道，使用了相同的 PN 代码序列，相对于导频信号，易于确定 PN 代码序列相位，因此只在用户对话期的开始时，才检测正交码信号。用户信道的对话期较长，从而对于每个用户来说，这种检测过程很少进行。另外，基站和用户具有下述先验信息：1) 初始化时的连接信息，2) 分配给用户信道的正交码，和 3) 关于初始检测过程的近似同步信息。

另一方面，由于，例如为了初始化连接，在用户和基站之间只交换少量的信息，因此通常使用的信道，广播信道，或者随机访问信道具有相当短的脉冲串对话期。另外，接收器不具有关于使用的代码序列的先验信息，并且可能的代码序列频繁地发生变化。从而，会频繁地进行这些信道的正交码检测过程，并且系统最好使进行检测所需的时间减到最小。对于由脉冲串对话期表征的这些信道来说，发射器可使用由签名序列表征的前置码，以便能够实现扩频信号的快速检测和解调。

例如，为了初始化专用设置程序或通过空中输送数据（无线数据传输），移动用户传输符合 W-CDMA 的随机访问信道（RACH）脉冲串。图 1A 表示了典型的 RACH 脉冲串 100，它包括前置码 102 和消息 104。在前置码 102 和消息 104 之间产生 0.25 毫秒的空闲时间，该空闲时间允许前置码信息（前置码签名序列）的检测和消息的后续联机处理。如图 1B 中所示，移动用户按照 8 个规定偏移，随机选择每个 RACH 脉冲串 100 的传输时间，以增大 RACH 数据的通过量。

前置码检测器可使用下述先验信息来检测给定的 RACH 前置码扩频（代码编号）和/或签名序列。首先，用户随机地从分配给特定区段（sector）的代码集中选出一个代码序列。其次，各个代码序列已知，但是可供使用的数目或子集可因区段的业务量而发生变化。第三，接收器（包括前置码检测器）确认来自于在相同的帧偏移（frame offset）期间发生的 RACH 脉冲串的多个请求。

CDMA 接收器可采用用户信道的信号的非相干解调。对于遵守 IS-95 标准的系统来说,接收器可使用信道的 64-ary,非相干解调(去扩频)。对于这种情况,解调器产生所有可能的(即 64)正交码序列,并使每个正交码序列与接收的信号进行组合。CDMA 接收器还可采用信道信号的相干解调。就相干解调而言,根据接收的(实际的代码)信号,确定该信道的分配代码信号的初始估计。通过利用该初始估计,代表实际的编码信号和传输的代码信号之间的误差的信号被用于校正实际代码信号的振幅和相位偏差。

RACH 脉冲串前置码的检测横跨三个轴。第一个轴是评价成百上千个  $T_c/2$  延迟信元(cell)( $T_c$  是码片持续时间)的能量含量的时间轴。不精确性区域的确切长度依赖于信元的大小。第二个轴是为所有可允许的扩频代码评估这些延迟信元的代码轴。第三个轴是频率/相位不确定性轴,该轴与用于确定具有正确频率和相位的正确代码被检测的相对似然性的检测统计量(例如,非相干,准相干或相干检测统计量)相关。

### 发明内容

本发明涉及扩频信号中一组前置码序列中一个前同步序列的检测,这里,前置码序列为正交代码序列,或者扩频信号的扩频序列为正交代码序列,或者前置码序列和扩频序列都为正交代码序列。正交代码序列可选自正交金色码(OGC)序列集合。在正交代码序列选自 OGC 序列集合的情况下,检测器和/或解调器可采用基于用于产生 OGC 序列的方法的快速变换方法,该快速变换方法包括快速哈达玛变换 FHT。

根据本发明的一个方面,提供了一种用于检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的方法,包括下述步骤:

- (a) 根据快速正交金色码变换 FOGT,使所接收的扩频信号与第一正交金色码 OGC 集合的序列相关联,以提供前置码信号;
- (b) 按照第二快速变换方法,使所述前置码信号与所述前置码序

列组相关，以产生一组索引值；

(c) 根据所述索引值组，形成判定统计量；和

(d) 将对应于所述判定统计量的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列。

根据本发明的另一个方面，提供了一种检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的方法，包括下述步骤：

(a) 使所接收的扩频信号与一组正交序列相关，提供前置码信号；

(b) 根据快速正交金色码变换 FOGT，使所述前置码信号与正交金色码 OGC 集合的一个或多个前置码序列相关，产生一组索引值；

(c) 根据所述索引值组，形成判定统计值；和

(d) 将对应于所述判定统计值的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列。

根据本发明的再一个方面，提供了一种用于检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的前置码检测器，所述前置码检测器包括：

根据快速正交金色码变换 FOGT，使所接收的扩频信号与第一正交金色码 OGC 集合的序列相关，从而提供前置码信号的第一相关器；

按照第二快速变换方法，使所述前置码信号与所述前置码序列组相关，从而产生一组索引值的第二相关器；

根据所述索引值组，形成判定统计量的电路；和

将对应于所述判定统计量的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列的选择器。

根据本发明的再一个方面，提供了一种用于检测扩频信号的一组前置码序列中的一个前置码序列的前置码检测器，包括：

使所接收的扩频信号与一组正交序列相关，从而形成前置码信号的第一相关器；

按照快速正交金色码变换，使所述前置码信号与正交金色码 OGC 集合的一个或多个前置码序列相关，从而形成一组索引值的第二相关器；

根据所述索引值组，形成判定统计量的电路；和

将对应于判定统计量的前置码序列选择为所述前置码序列组的被检测前置码序列的选择器。

对于一些例证实施例来说，扩频序列或前置码序列选自由第一和第二序列矢量形成的 OGC 集合，其中 OGC 集合由第一序列矢量和第二序列矢量的循环移位矩阵产生。快速变换方法是包括下述步骤的快速正交金色码变换 (FOGT)。首先，使前置码信号和第一序列矢量及正向置换矢量相乘，产生置换后的前置码信号，正向置换矢量在 i) 循环移位矩阵和 ii) 沃尔什-哈达玛序列矩阵之间映射。其次，对置换后的前置码信号应用快速哈达玛变换，产生该组索引值。

#### 附图说明

根据下面的详细说明，附加的权利要求及附图、本发明的其它方面、特征和优点将更加清楚，其中：

图 1A 表示了现有技术的随机访问信道 (RACH) 脉冲串，它包括前置码和消息；

图 1B 表示了如图 1 所示的 RACH 脉冲串的偏移的传输时间线；

图 2 表示了 RACH 脉冲串信号的信号流程方框图，包括按照本发明的例证实施例操作的前置码检测器；

图 3 是根据本发明的前置码相关的例证流程图；

图 4 表示了按照本发明的例证实施例操作的，产生相干检测统计量的前置码检测器；

图 5 表示了图 4 中所示的前置码检测器的一个备选实施例；

图 6 是在单路径 Rayleigh 衰减信道中，图 4 和 5 的前置码检测器的不正确解码信号将被选择的概率图；

图 7 是按照信道变化而波动的图 4 和 5 的前置码检测器的解码信号的包络图。

#### 具体实施方式

根据本发明，码分多址（CDMA）前置码检测器为去扩频和前置码签名序列检测过程的任一过程，对接收的扩频信号应用快速正交金色码变换（FOGT）。按照本发明操作的实现可允许较简单的检测电路。前置码序列的检测使得能够实现在 CDMA 电信系统中，由多个用户随机访问的信道中，数据信号的快速检测和解调，这种信道可以是，例如按照宽带 CDMA（W-CDMA）标准运行的系统的随机访问信道（RACH）。

对于如下描述的本发明的例证实现来说，CDMA 接收器检测随机访问信道（RACH）脉冲串的前置码部分，不过这里描述的技术可容易地施加到其它 CDMA 应用。RACH 脉冲串可如图 1A 和 1B 中所示。根据这里描述的例证实施例，前置码最好包括 16 个复数符号（ $\pm 1 \pm j$ ）的签名序列（即，长度为 16 的签名序列）。可存在总共 16 个不同的签名序列，并且都属于一个长度为 16 的正交金色码（OGC）集合。但是，对于本领域中的技术人员来说，也可采用其它序列长度（除 16 之外的其它长度和其它类型的正交码序列，例如 Walsh 码序列）。

利用来自长度为 256 的 OGC 集合的 256-码片代码序列扩频前置码签名序列的每个符号。从而，可得到 256 个代码序列（代码编号 C1, ..., C256），并且这 256 个代码序列通过 CDMA 网络被分配，用于信道的扩频。用户可选择的代码编号在区段（sector）专用广播信道（BCCH）中被传输。用户随机选择可允许代码之一和 16 个前置码签名之一，并使用选择的签名序列产生 RACH 脉冲串的前置码。

一旦接收信号被去扩频，通过利用快速变换技术，根据本发明的例证实现的前置码检测依据去扩频的输入矢量（即，信号样本），使签名序列相关，随后形成识别前置码签名序列的判定统计量。如果采用相干或准相干检测，前置码检测校正相位或振幅偏差（如果采用相干或准相干检测），从而产生最终的判定统计量。一旦前置码被检测，可按照本领域中众所周知的技术，实现 RACH 脉冲串的消息部分的解调和数据检测。

图 2 表示了表现 RACH 脉冲串信号的编码，传输和检测的信号流

的方框图。如图 2 中所示, OGC 发生器 201 根据输入的代码编号提供 OGC 序列(扩频代码)。映射操作器 202 将 OGC 序列的二进制分别从“1”或“0”转换为“-1”或“1”,随后在组合器 203 中,结合 OGC 序列和前置码签名序列。从组合器 203 输入调制器 204 的信号通过传输信道,以复数信号(同相(I)分量和正交(quadrature)(Q)分量)的形式被传输,传输信道是具有附加的白高斯噪声(AWGN)的衰落信道。为了便于描述,如图 2 中所示,传输信道可表示为方框 205 和 206。解调器 207 接收信号,并将接收的扩频数据信号( $r_I$ 和 $r_Q$ )提供给代码匹配滤波和去扩频器(CMF/去扩频器)208。CMF/去扩频器 208 使接收的扩频数据信号和采用 FOGT 变换(下面将说明)的 OGC 集合的元素相关,以便去扩频 RACH 前置码。CMF/去扩频器 208 以前置码签名序列的符号的形式提供去扩频数据信号,随后由前置码签名序列检测器 209 使去扩频数据信号与该组签名序列相关,产生用于识别签名序列的判定统计量。对于相关性来说,如果 OGC 集合的元素被用于签名序列,则前置码检测器 209 可采用 FOGT,或者如果沃尔什-哈达玛序列被用于签名序列,则可使用已知的快速哈达玛变换(FHT)。在任一情况下,相关性提供峰值作为判定统计量。下面的说明描述了实数分量运算,但是本领域中的技术人员可将下述说明内容扩频到复数信号。

FOGT 变换与 FHT 变换相关。FOGT 变换可施加到属于任意 OGC 集合的序列。可以选择的各对伪随机码序列(m-序列)的以 2 为基数的 Galois 场( $GF(2)$ )加法的形式产生正交金色码序列。m-序列的长度,或者周期被定义为 N,这里 N 是  $2^L-1$ , L 是产生 m-序列的移位寄存器的长度(N, L 是正整数)。M 被定义为各个 OGC 序列的周期,OGC 序列长度可以是偶数长度,以便使码片代码周期对准数据符号周期。由于 m-序列具有奇数数目的长度,通常使每个 OGC 序列增加一个值(例如,码片或符号),以便提供具有 M 为  $N+1=2^L$  的偶数长度的序列。由两个 m-序列 a 和 b 产生的 OGC 集合  $\{OGC(a,b)\}$  由等式(1)给出:

$$OGC(a,b) = \{a, b, Da \oplus b, D^2a \oplus b, \dots, D^{N-1}a \oplus b\} \quad (1)$$

这里运算符  $D^x$  表示  $m$ -序列  $a$  的  $x$  位置的循环移位。OGC 集合的一个元素不是该 OGC 集合中另一元素的循环移位。通过计算相应的  $m$ -序列发生器中的延迟，并据此初始化  $m$ -序列发生器，可产生 OGC 序列中  $y$  个码片的延迟。

根据本发明的例证实施例采用的，用于扩频前置码或者签名序列的 OGC 集合可如下产生。首先，如等式 (2) 中所示那样形成矩阵  $X$ ：

$$X = \begin{bmatrix} \underline{0} & \underline{0} \\ \underline{0} & F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & a_1 & a_2 & \dots & a_{N-1} & a_N \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ 0 & a_N & a_1 & \dots & a_{N-2} & a_{N-1} \end{bmatrix} \quad (2)$$

这里  $F$  是包括周期为  $N$  的  $m$ -序列  $a$  的所有循环移位。例如，对于长度为 256 的 OGC 集合， $m$ -序列  $a$  由等式 (3) 中给出的多项式产生：

$$a(D) = 1 + D^2 + D^3 + D^4 + D^8 \quad (3)$$

这里  $D^0$  为 1，或者由递归式  $a_i = a_{i-8} + a_{i-6} + a_{i-5} + a_{i-4}$  产生。通过使“0”行和“0”列与矩阵  $F$  相加，构成矩阵  $S_{xa}$ ，使得该序列的长度为偶数数量的元素。

其次，如等式 (4) 中给出的那样，构成列向量  $b_x$ ：

$$b_x = [0 \ b]^T \quad (4)$$

这里向量  $b$  是  $m$ -序列  $b$ 。长度为 256 的 OGC 集合的  $m$ -序列  $b$  可由等式 (5) 中给出的多项式产生：

$$b(D) = 1 + D^3 + D^5 + D^6 + D^8 \quad (5)$$

或者由递归式  $b_i = b_{i-8} + b_{i-5} + b_{i-3} + b_{i-2}$  产生。列向量  $b_x$  是通过增加“0”值以提供偶数数量元素的序列而增广的向量  $b$ 。

第三，如等式 (6) 给出的一样，通过矩阵  $S_{xa}$  的每一行和向量  $b_x$  的 GF (2) 加法，形成矩阵  $C$ ：

$$C = S_{xa} \oplus b_x \quad (6)$$

例如，可用如等式 (7) 中给出的，源于等式 (6) 的  $256 \times 256$  矩阵  $C$  的一行表现每个扩频 RACH 前置码符号：

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1M} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2M} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ c_{M1} & c_{M2} & \cdot & c_{MM} \end{bmatrix} \quad (7)$$

在通信理论领域中，众所周知，AWGN 中代码序列的最佳检测器（或去扩频器）可被实现为一系列代码匹配滤波器（Filter）（CMF），这里可利用与代码的相应循环移位匹配的 FIR 滤波器实现每个 CMF。对于传播延迟不超过代码周期情况下， $x$  码片的随机传播延迟来说，与序列  $D^x c_k$  匹配的 CMF 每个代码周期指出一个峰值水平（即“瞬时干扰”）。可采用一系列 CMF，该系列 CMF 的每个 CMF 被用于检测不同的对应代码序列（例如，利用  $M$  个码片的不确定性检测  $M$  个代码可能需要  $M^2$  个 CMF）。

在收发器（例如，CMF/去扩频器 208）处接收的，具有附加的白高斯噪声（AWGN）的发射信号可由等式 (8) 定义：

$$r = Cp_s + n \quad (8)$$

这里  $r$  是接收的矢量， $C$  是“0”被映射成“1”，“1”被映射成“-1”的 OGC 矩阵， $p_s$  是前置码签名序列的符号， $n$  是噪声矢量。下面的说明描述了实数分量，不过本领域中的技术人员可将下述说明施加到复数信号处理。

图 3 是根据本发明的实施例，前置码检测的块相关性方法的例证流程图。前置码检测方法包括三个步骤：步骤 301，步骤 302 和步骤 303。在步骤 301，已知等式 (6) 和 (7) 的矩阵  $C$  和  $b_x$  之间的关系，使接收的输入矢量  $r$  与矢量  $b_x$ （增广的  $m$ -序列  $b$ ）相关（即，乘以矢量  $b_x$ ）。由于反馈寄存器的初始值是恒定的（例如，始终是十六进制值 FF），因此矢量  $b_x$  是恒定的。

在步骤 302，通过利用正向置换矢量和快速 Hadamard 变换（FHT），使通过组合  $r$  和  $b_x$  得到的序列与循环矩阵  $C$  的逆矩阵相关。可如下实现与循环矩阵  $C$  的逆矩阵的相关运算。在步骤 302a 将置换



矢量  $\pi_f$  应用于  $r$  和  $b_x$  的组合。排列由  $r$  和  $b_x$  与正向置换矢量  $\pi_f$  的结合而产生的序列，将产生与 FHT 变换相兼容的排列序列。

为了计算置换矢量  $\pi_f$ ，对于附加的码片值，扩充矩阵  $F$ ，形成如等式 (9) 中给出的矩阵  $X$ ，

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & F \end{bmatrix} \quad (9)$$

在已知具有增加的列和行（如等式 (9) 中所示）的矩阵  $F$  的情况下，可如下计算正向置换矢量  $\pi_f$ 。对于长度为  $M=2^L$  ( $M, L$  为大于 1 的整数) 的序列来说，存在重新排列矩阵  $X$  的行（列），以致所得到的矩阵  $W$  中的列（行）是沃尔什-哈达玛序列的置换矢量  $\pi_f$ ，其长度为  $L$ 。可如等式 (10) 中那样定义正向置换矢量  $\pi_f$ ：

$$\pi_f = [i_1, \dots, i_L] \quad (10)$$

例如，正向置换矢量  $\pi_f$  的项识别从矩阵  $X$  到矩阵  $W$  的行映射。由于正向置换矢量  $\pi_f$  保持恒定，借助递归搜索技术，可计算并存储正向置换矢量  $\pi_f$ 。从而，应用置换矢量  $\pi_f$  的实现可使用查找表格 (LUT)。

通过利用长度为  $M=2^3$  (即  $L=3$ ) 的序列，并且对于  $m$  序列，考虑次数较小的多项式，例如  $f(x)=1+x+x^3$ ，可说明这种方法。对于为 [1 1 1] 的初始输入来说， $m$ -序列发生器按照等式 (11) 提供序列值，

$$x(n) = x(n-3) + x(n-2) \quad (11)$$

产生序列 [1 1 0 0 1 0]。随后如等式 (12) 中所示，产生与  $m$ -ary 序列  $a$  的循环移位一同构成的  $F$  矩阵：

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (12)$$

并且矩阵  $F$  被扩频为如等式 (13) 中所示的矩阵  $X$  (根据等式 (9))：

$$X = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (13)$$

置换矢量为  $\pi_f = [1 \ 7 \ 4 \ 3 \ 6 \ 2 \ 8 \ 5]$ ，这里“1”是映射为矩阵 W 第一行的矩阵 X 第一行，“5”是映射为矩阵 W 的第二行的矩阵 X 的第五行，依次类推。采用根据正向置换矢量  $\pi_f$  的矩阵 X 的行置换，产生等式 (14) 中给出的矩阵 W:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

对于本领域中的技术人员来说，正交矩阵 W 显然是列代表 8X8 沃尔什-哈达玛矩阵的沃尔什-哈达玛序列的矩阵，从而可利用 FHT 变换，使矩阵 W 块相关。从而，根据例证实施例，对于理想信道来说，输入序列 ( $r$  和  $b_x$  的组合) 可以是矩阵 X 的一行，并且通过应用正向置换矢量  $\pi_f$ ，可将该输入序列映射为矩阵 W 的相应列。

参见图 3，随后在步骤 302b 利用快速哈达玛变换 (FHT) 处理步骤 302a 所得到的序列。对于步骤 302b 来说，对置换后的序列 (即按照置换矢量  $\pi_f$  排列的  $r$  和  $b_x$  的组合) 应用 FHT (例如，256 点 FHT)，产生输出矢量  $z$  (对于具有长度为 256 的 OGC 序列的例证实现来说， $z = (z_1, z_2, \dots, z_{256})$ )。输出矢量  $z$  对应于 W 中的信号序列与 OGC 集合的元素的块相关性。

在步骤 303，对输出矢量  $z$  应用反向置换矢量  $\pi_r$ ，产生相关输出序列。已知输出矢量  $z$  的情况下，矢量  $z$  的索引被映射为对应的 OGC

编号。根据代码或签名编号与来自于块相关器（例如图 2 中的 CMF/去扩频器 208）的 FHT 输出矢量  $z$  中相关性峰值的索引之间的一一对应关系，计算用于该映射的反向置换矢量  $\pi_r$ 。

对于用于扩频的 OGC 集合（例如，长度为 256 的 OGC 集合）和用于签名序列的 OGC 集合（例如，长度为 16 的 OGC 集合）来说，利用代码编号序列，去扩频接收的信号，随后将去扩频信号提供给图 2 中的前置码序列检测器 209。可根据 FOGT 变换（即，使应用的正向置换矢量  $\pi_r$  进行 FHT 处理，随后应用反向置换矢量  $\pi_r$ ），再次处理去扩频信号。但是，对于前置码检测来说，同相（I）和正交（Q）信道的信息均可采用。

去扩频 I 和 Q 信道信号（ $r_i$  和  $r_q$ ）可被分成两个分支进行处理：基准分支和数据分支。基准分支用于信道估计和频率采集（如果需要的话）。例如，计算长度为 16 的幅度平方（squared magnitude）复数 FHT 矢量信号，并为非相干初步判定统计量选择最大索引  $i$ ，这里  $i \in \{1, \dots, 16\}$ 。随后 Walsh 发生器可使用该索引再现二相移键控（bi-phase shift-keyed）（BPSK）签名序列，对于相干检测来说，选择 16 个 FHT 输出之一的选择器，或者对于非相干检测来说，作为判定统计量自身。图 4 和 5 中表示了相干 RACH 前置码检测器的例证实施例。

图 4 表示了按照本发明的使用相干检测的例证实施例操作的前置码检测器 400。前置码检测器 400 可包括在码分多址（CDMA）电信接收器的随机访问信道（RACH）的解调器中。输入信号首先被提供给与输入信号的扩频代码序列相匹配的代码匹配滤波器（CMF）401。例如，按照 IS-95 标准，代码可以是以扩展码片加权的 OGC 序列。CMF 401 的输出是以符号率（symbol rate）采样得到的去扩频前置码信号，符号率是用作 RACH 的签名序列的沃尔什-哈达玛代码序列的速率（rate）。

FHT 或 FOGT 相关器 402 使 CMF 401 的输出相互关联，从而使去扩频前置码信号与签名序列块相关。随后来自 FHT 或 FOGT 相关

器 402 的信号被提供给两条路径。对于这里描述的例证实施例来说，FHT 或 FOGT 相关器 402 提供一组分别与可能由用户传输的 16 个 Walsh 代码或 OGC 签名序列匹配的，长度为 16 的 FHT 或 FOGT 代码字。在第二路径中，来自 FHT 或 FOGT 相关器 402 的各个解码信号被提供给幅度平方运算器 403，其输出被提供最大值索引 ( $\max(I)$ ) 操作器 404。 $\max(I)$  操作器 404 确定 FHT 或 FOGT 相关器 402 的哪个解码信号具有对应于前置码的签名序列索引的最大幅度平方值。

根据  $\max(I)$  操作器 404 的输出，选择器 (SEL) 405 选择来自于 FHT 或 FOGT 相关器 402 的，具有对应索引值的解码信号。SEL 405 将选择的解码信号提供给信道评价器 (CHEST) 406。CHEST 406 提供用于消旋 (derotating) 选择的解码信号的振幅和相位信号的估计，并将估计结果提供给组合器 407。组合器 407 将同相信道的估计值和正交相位信道的估计值与第一路径中来自于 FHT 或 FOGT 相关器的解码信号的对应同相和正交相位信道相组合。在运算器 408 中求组合器 407 提供的消旋信号的幅度平方，并且其输出作为最终的判定统计量  $L(Y)$ 。随后，解调器，控制或者其它处理电路可使用最终判定统计量  $L(Y)$  识别并使 RACH 脉冲串信息的解调同步。

图 5 表示了 Walsh 代码用于签名序列的情况下，按照本发明操作的前置码检测器 500 的备选实施例。输入信号被提供给代码匹配滤波器 (CMF) 501，随后将输出信号提供给两条路径。在第一路径中，CMF 501 的输出被提供给组合器 506。在第二路径中，CMF 501 的输出被提供给 FHT 相关器 502。FHT 502 提供，例如产生自 CMF 501 的输出的 16 个解码 (快速哈达玛变换) 信号。FHT 相关器 502 的每个解码信号被应用于幅度平方运算器 503，幅度平方运算器 503 为每个对应的解码信号提供幅度值。 $\max(I)$  操作器 504 确定对应于来自于 FHT 502 的，具有最大幅度平方值的解码信号的 Walsh 代码序列的索引。 $\max(I)$  操作器 504 提供的索引随后被提供给 Walsh 发生器 505，Walsh 发生器 505 随后选择适当的 Walsh 代码序列及其共轭信号，用于在组合器 506 中和 CMF 501 的输出组合。积分器 507 求组合器提供

的各个同相和正交相位 (quadrature-phase) 信道的输出信号的积分。随后将积分信号提供给幅度平方运算器 508, 幅度平方运算器 508 为输入信号提供幅度平方值。来自于幅度平方运算器 508 的该输出值随后被用作最终判定统计量  $L(Y)$ 。

模拟结果可用于证明按照本发明操作的图 4 和 5 的前置码检测器的实现的预期性能。图 6 表示了单通路 Rayleigh 衰减信道 (Jakes 模型, 速度 120 公里/小时) 中, 选择错误的解码信号 (即, FHT 相关器的输出) 的概率。图 7 表示了按照信道变化而波动的解码信号 (FHT 相关器的输出) 的包络。该解码信号的 I 和 Q 分量可用于估计包括低通滤波在内的信道特征。

虽然已关于电路的处理过程描述了本发明的例证实施例, 但是本发明并不限于此。本领域中的技术人员显然知道, 电路元件的各种功能也可在数字领域中, 实现为软件程序中的处理步骤。这种软件可用在, 例如数字信号处理器, 微控制器或者通用计算机中。

本发明在这些方法和设备中具体体现。本发明还可以包含在诸如软磁盘, CD-ROM, 硬盘驱动之类的有形媒体中, 或者其它任何机械可读存储媒体中的程序代码的形式具体化, 其中, 当程序代码被诸如计算机之类的机器载入并执行时, 机器就变成实现本发明的设备。本发明还可以存储在存储媒体中的程序代码, 机器载入和/或执行的程序代码, 或者通过一些传输媒介, 例如通过电线或电缆, 通过光纤, 或者通过电磁辐射传输的程序代码的形式具体化, 其中, 当程序代码被诸如计算机之类的机器载入并执行时, 机器就变成实现本发明的设备。当在通用处理器上实现时, 程序代码段结合处理器, 形成类似于特殊逻辑电路操作的独特装置。

还应明白在不脱离由下述权利要求表述的本发明的原理和范围的情况下, 本领域中的技术人员可在为说明本发明的本质而描述和例举的细节、材料和部件布局方面做出各种改变。

图 1A (现有技术)

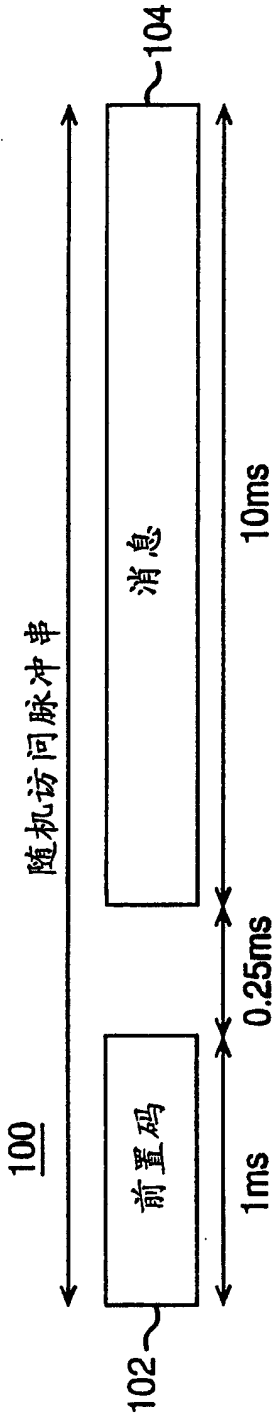


图1B (现有技术)

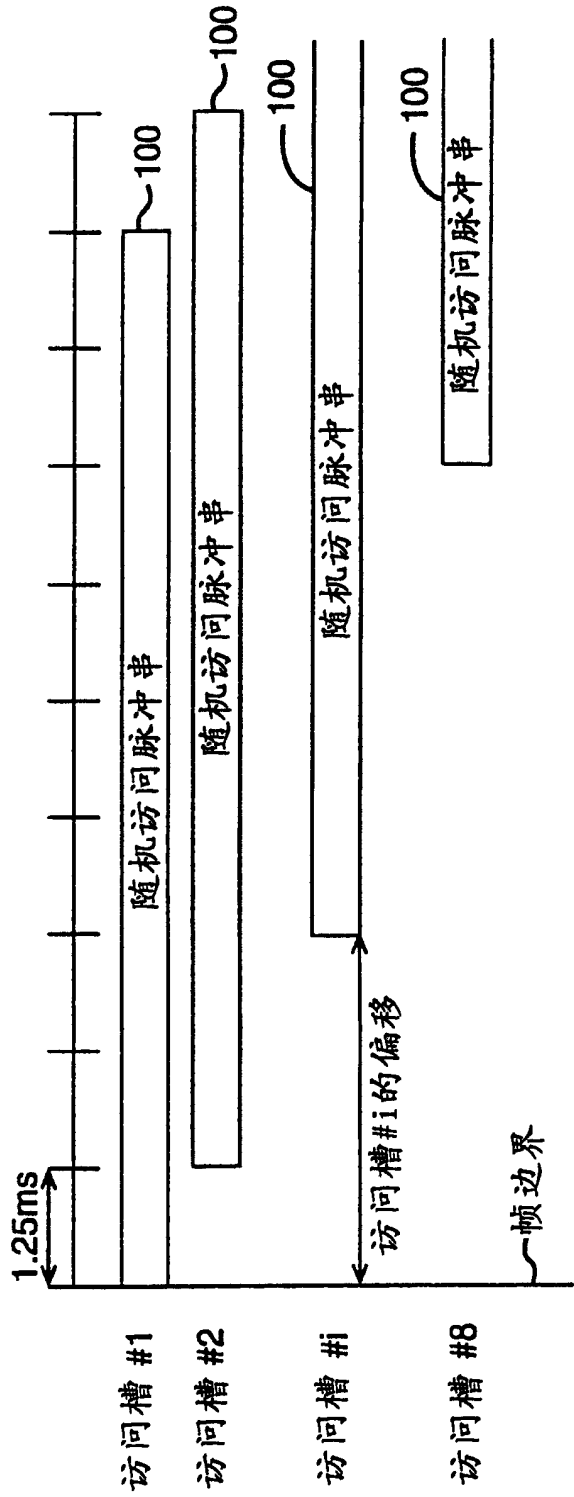


图2

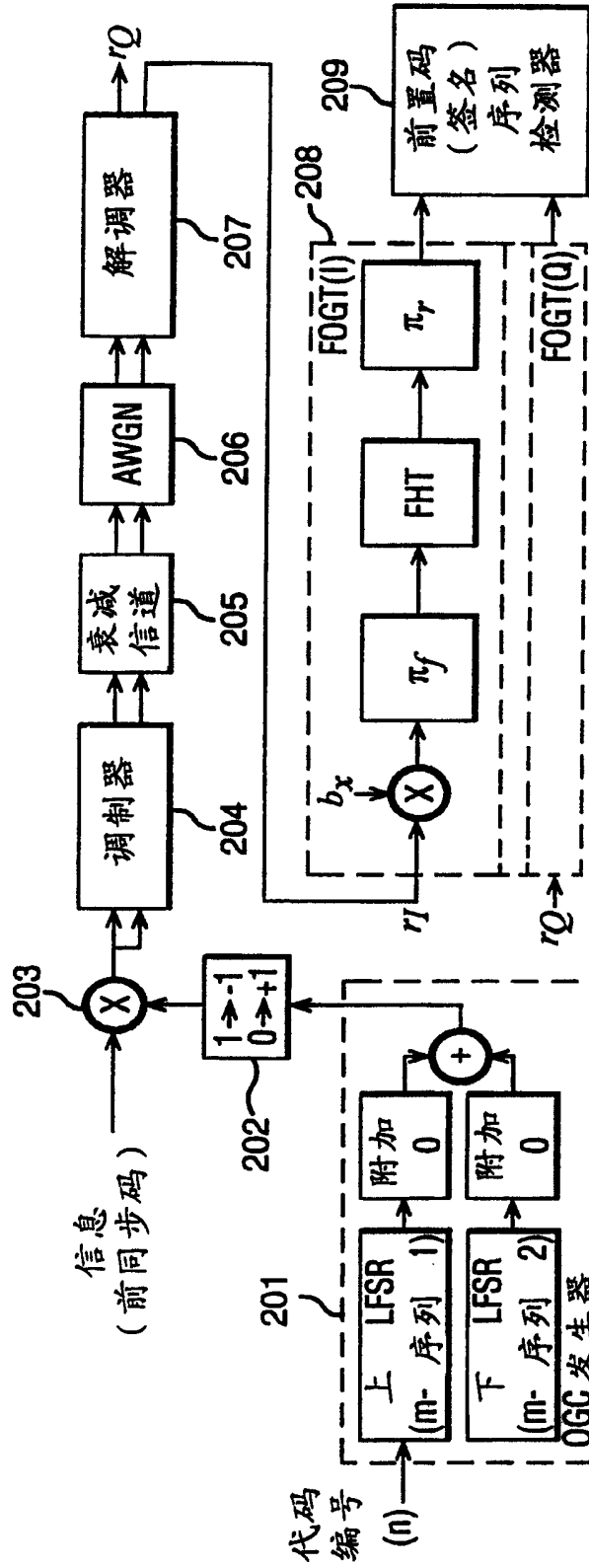
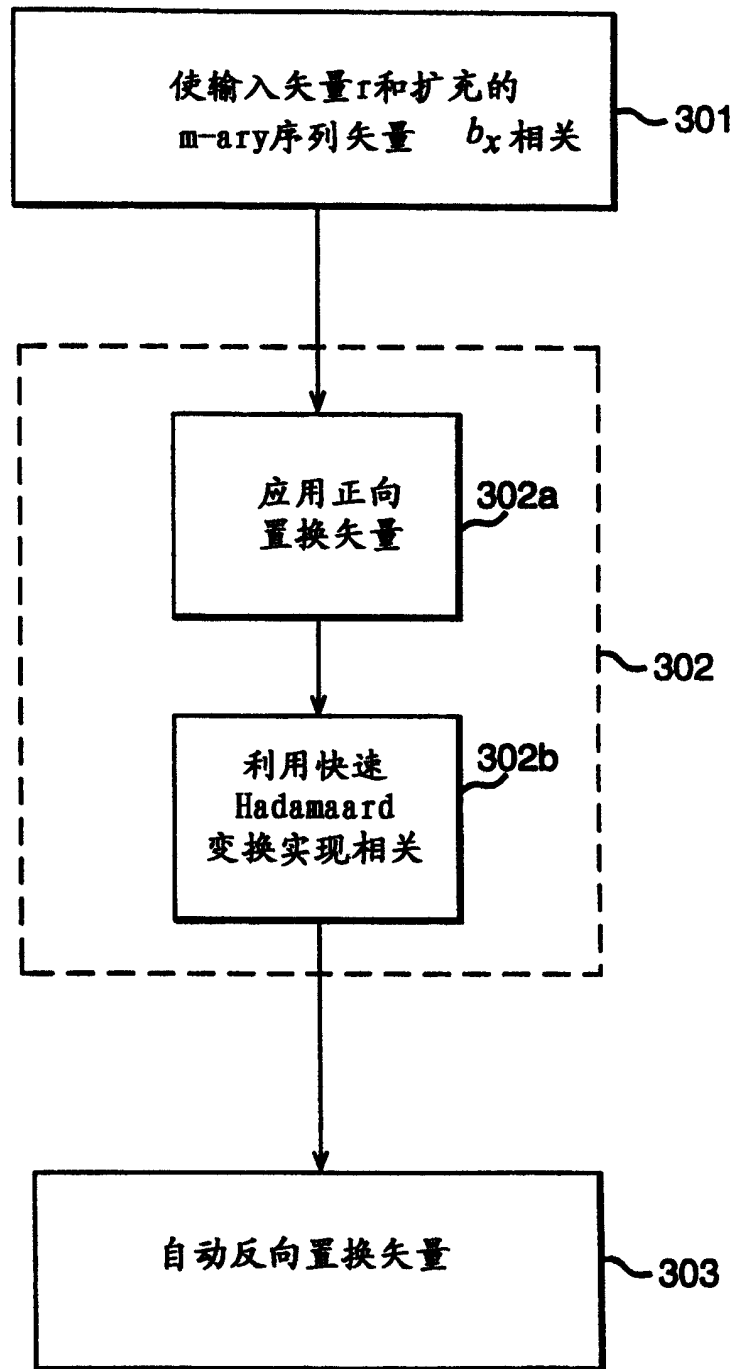


图3





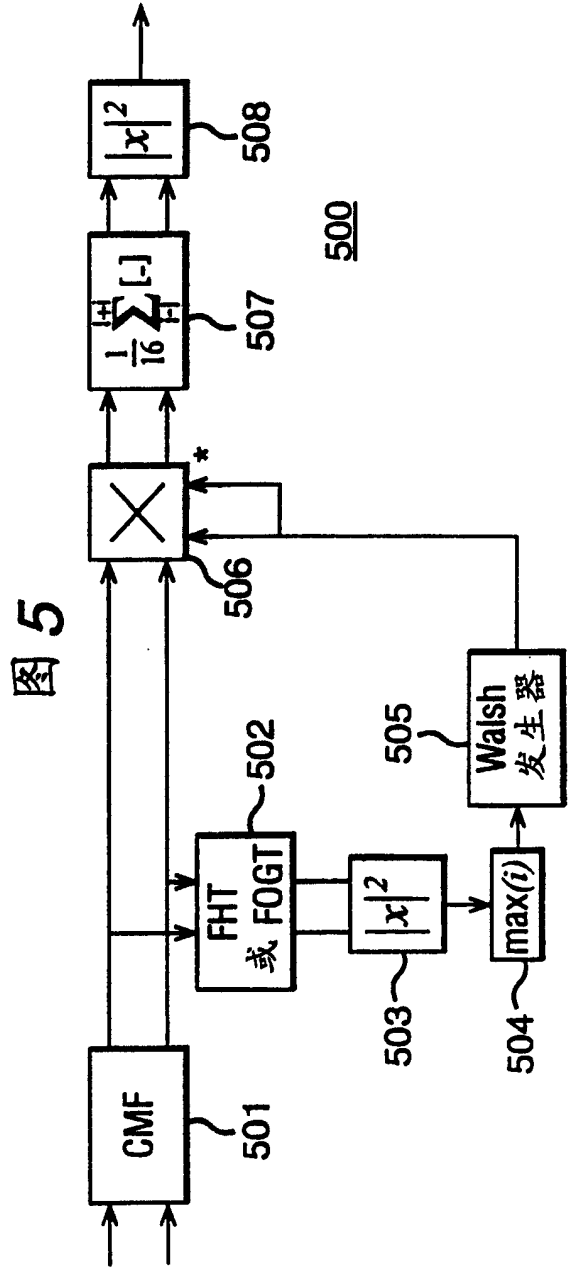
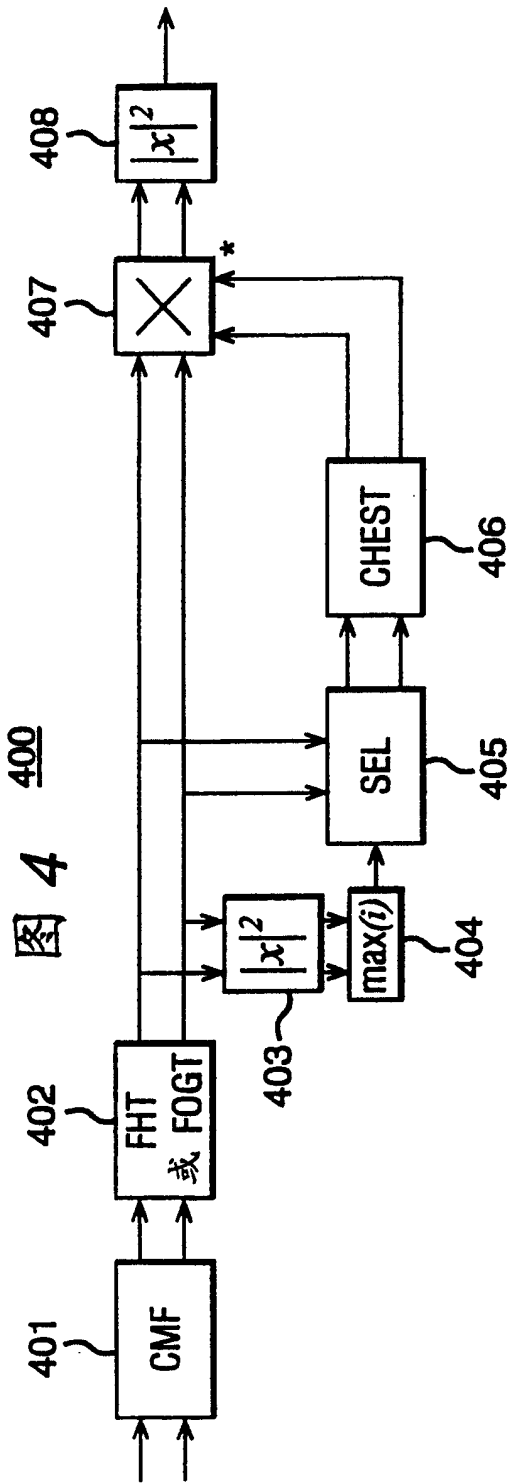


图 6

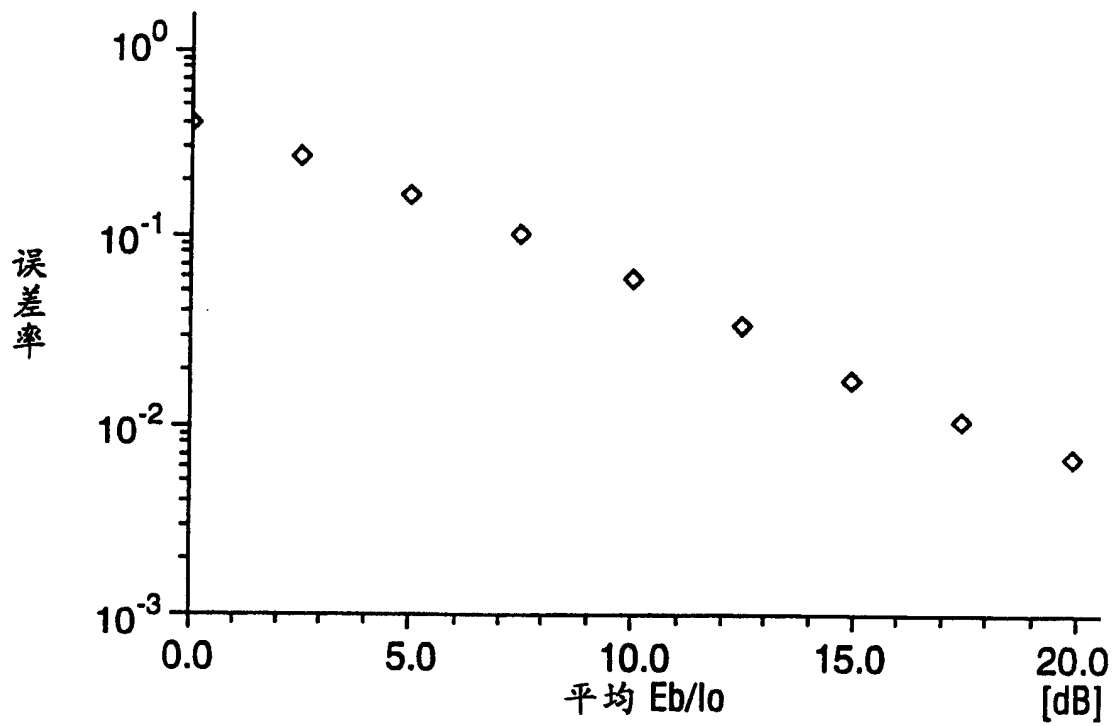


图 7

