



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03814308.9

[43] 公开日 2005年8月31日

[11] 公开号 CN 1663160A

[22] 申请日 2003.6.11 [21] 申请号 03814308.9
 [30] 优先权
 [32] 2002.6.18 [33] US [31] 10/174,121
 [86] 国际申请 PCT/US2003/018438 2003.6.11
 [87] 国际公布 WO2003/107688 英 2003.12.24
 [85] 进入国家阶段日期 2004.12.20
 [71] 申请人 美商内数位科技公司
 地址 美国特拉华州
 [72] 发明人 金永录 潘俊霖 艾利拉·莱尔
 亚历山大·瑞茨尼克

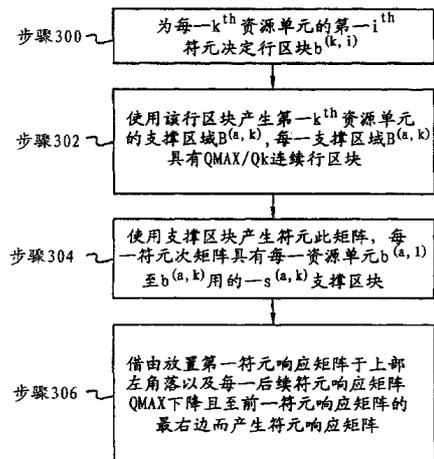
[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司
 代理人 任永武

权利要求书4页 说明书17页 附图14页

[54] 发明名称 可变展开因素的多使用者侦测器

[57] 摘要

具有不同展开因素的复数个通信讯号。每一通信具有一包含码片的相关码。为每一通信的每一码片，产生与一脉冲响应回旋 (convolved) 的该码片的一向量，为每一通信产生包含该码片向量的支撑区块，一支撑区块中的该码片向量的一数目是基于该通信展开因素，组合一系统响应矩阵，该系统响应矩阵具有次矩阵，每一符元次矩阵包括来自每一通信的一支撑区块。该通信的数据使用该符元响应矩阵而被侦测。



1. 一种接收具有不同展开因素的复数个通讯号的方法，每一通信具有一包含码片的相关码，该方法包括：

为每一通信的每一码片，产生与一脉冲响应回旋的该码片的一向量；

为每一通信，产生包括该码片向量的支撑区块，于一支撑区块中的该码片向量的一数目是基于该通信展开因素；

组合具有符元次矩阵的一系统响应矩阵，每一符元次矩阵包括来自每一通信的一支撑区块；以及

使用该系统响应矩阵侦测该通信的数据。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于该支撑区块中的该码片向量的该数目为被分割成该系统的一最大展开因素的该通信展开因素。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于该码片向量是行向量。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于每一支撑区块的码片中的一高度是一最大展开因素的数目加上该脉冲响应的一长度减 1。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于该数据侦测使用一零强迫模式。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于该数据侦测使用一最小均方误差解决方法。

7. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于每一符元次矩阵是该系统响应矩阵中比其它符元次矩阵低一最大展开因素的码片数目。

8. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于该最大展开因素为 16。

9. 一种使用者设备，用以接收具有不同展开因素的复数个通讯号，每一通信具有一包含码片的相关码，该使用者设备包括：

为每一通信的每一码片，产生与一脉冲响应回旋的该码片的一向量的装置；

为每一通信，产生包括该码片向量的支撑区块的装置，于一支撑区块中的该码片向量的一数目是基于该通信展开因素；

组合具有符元次矩阵的一系统响应矩阵的装置，每一符元次矩阵包括来自每一通信的一支撑区块；以及

使用该系统响应矩阵侦测该通信的数据的装置。

10. 如权利要求 9 所述的使用者设备, 其特征在于该支撑区块中的该码片向量的该数目为被分割成该系统的一最大展开因素的该通信展开因素。

11. 如权利要求 9 所述的使用者设备, 其特征在于该码片向量是行向量。

12. 如权利要求 11 所述的使用者设备, 其特征在于每一支撑区块的码片中的一高度是一最大展开因素的数目加上该脉冲响应的一长度减 1。

13. 如权利要求 9 所述的使用者设备, 其特征在于该数据侦测装置使用一零强迫模式。

14. 如权利要求 9 所述的使用者设备, 其特征在于该数据侦测装置使用一最小均方误差解决方法。

15. 如权利要求 11 所述的使用者设备, 其特征在于每一符元次矩阵是该系统响应矩阵中比其它符元次矩阵低一最大展开因素的码片数目。

16. 如权利要求 10 所述的使用者设备, 其特征在于该最大展开因素为 16。

17. 一种使用者设备, 用以接收具有不同展开因素的复数个通讯号, 每一通信具有一包含码片的相关码, 该使用者设备包括:

每一通信的每一码片的一建构系统响应区块, 用以产生与一脉冲响应回旋的该码片的一向量;

每一通信的一重新排列处理器, 用以产生包括该码片向量的支撑区块, 于该支撑区块中的该码片向量的一数目是基于该通信展开因素, 并用以组合具有符元次矩阵的一系统响应矩阵, 每一符元次矩阵包括来自每一通信的一支撑区块; 以及

一多使用者侦测器, 用以使用该系统响应矩阵的侦测该通信数据。

18. 如权利要求 17 所述的使用者设备, 其特征在于该支撑区块中的该码片向量的该数目为被分割成该系统的一最大展开因素的该通信展开因素。

19. 如权利要求 17 所述的使用者设备, 其特征在于该码片向量是行向量。

20. 如权利要求 19 所述的使用者设备, 其特征在于每一支撑区块的码片中的一高度是一最大展开因素的数目加上该脉冲响应的一长度减 1。

21. 如权利要求 17 所述的使用者设备, 其特征在于该多使用者侦测器使用一零强迫模式。

22.如权利要求 17 所述的使用者设备,其特征在于该多使用者侦测器使用一最小均方误差解决方法。

23.如权利要求 19 所述的使用者设备,其特征在于每一符元次矩阵是该系统响应矩阵中比其它符元次矩阵低一最大展开因素的码片数目。

24.如权利要求 18 所述的使用者设备,其特征在于该最大展开因素为 16。

25.一种基地台,用以接收具有不同展开因素的复数个通讯号,每一通信具有一包含码片的相关码,该基地台包括:

为每一通信的每一码片,产生与一脉冲响应回旋的该码片的一向量的装置;

为每一通信,产生包括该码片向量的支撑区块的装置,于一支撑区块中的该码片向量的一数目是基于该通信展开因素;

组合具有符元次矩阵的一系统响应矩阵的装置,每一符元次矩阵包括来自每一通信的一支撑区块;以及

使用该系统响应矩阵侦测该通信的数据的装置。

26.如权利要求 25 所述的基地台,其特征在于该支撑区块中的该码片向量的该数目为被分割成该系统的一最大展开因素之内的该通信展开因素。

27.如权利要求 25 所述的基地台,其特征在于该码片向量是行向量。

28.如权利要求 27 所述的基地台,其特征在于每一支撑区块的码片中的一高度是该最大展开因素的数目加上该脉冲响应的一长度减 1。

29.如权利要求 25 所述的基地台,其特征在于该数据侦测装置使用一零强迫模式。

30.如权利要求 25 所述的基地台,其特征在于该数据侦测装置使用一最小均方误差解决方法。

31.如权利要求 27 所述的基地台,其特征在于每一符元次矩阵是该系统响应矩阵中比其它次响应矩阵低一最大展开因素的码片数目。

32.如权利要求 26 所述的基地台,其特征在于该最大展开因素为 16。

33.一种基地台,用以接收具有不同展开因素的复数个通讯号,每一通信具有一包含码片的相关码,该基地台包括:

每一通信的每一码片的一建构系统响应区块,用以产生与一脉冲响应回旋

的该码片的一向量;

每一通信的一重新排列处理器,用以产生包括该码片向量的支撑区块,于一支撑区块中的该码片向量的一数目是基于该通信展开因素,并用以组合具有符元次矩阵的一系统响应矩阵,每一符元次矩阵包括来自每一通信的一支撑区块;以及

一多使用者侦测器,用以使用该系统响应矩阵的侦测该通信数据。

34.如权利要求 33 所述的基地台,其特征在于该支撑区块中的该码片向量的该数目为被分割成该系统的一最大展开因素之内的该通信展开因素。

35.如权利要求 33 所述的基地台,其特征在于该码片向量是行向量。

36.如权利要求 35 所述的基地台,其特征在于每一支撑区块的码片中的一高度是一最大展开因素的数目加上该脉冲响应的一长度减 1。

37.如权利要求 33 所述的基地台,其特征在于该多使用者侦测器使用一零强迫模式。

38.如权利要求 33 所述的基地台,其特征在于该多使用者侦测器使用一最小均方误差解决方法。

39.如权利要求 35 所述的基地台,其特征在于每一符元次矩阵是该系统响应矩阵中比其它符元次矩阵低一最大展开因素的码片数目。

40.如权利要求 34 所述的基地台,其特征在于该最大展开因素为 16。

可变展开因素的多使用者侦测器

技术领域

本发明大致上是关于多重存取数字通信系统。尤其是，本发明是关于多使用者侦测器系统以及来自具有不同展开因素(spreading factor)的多使用者的数据的同时接收方法。

背景技术

多重存取通信系统允许复数个使用者存取相同的通信媒体以传输或接收信息。此媒体可能包含，例如，局域网络或 LAN 中的网络线，传统电话系统中的铜线，或无线通信系统用的空气界面。

一种习知的多重存取通信系统表示于图 1。此通信媒介被称为一通信频道。通信技术，例如分频多重存取，或 FDMA，分时多重存取，或 TDMA，载体感测多重存取或 CSMA，分码多重存取或 CDMA 以及其它技术，允许超过一位使用者对相同的通信媒介进行存取。这些技术可以被混合使用，产生多重存取方法的混合变化。例如第三代 W-CDMA 标准的分时双工或 TDD 模式即是 TDMA 与 CDMA 的组合。

一种习知 CDMA 通信系统的范例表示于图 2。CDMA 是一种通信技术，其借由以一拟似噪声码调变将被传输的数据而将数据以展开的频道(spread spectrum, 展频)传输。将被传输的数据讯号可能仅具有分布在数百万赫兹频带上的数千赫兹的频宽。此通信频道同时由 K 个独立子频道使用。对每一子频道，所有其它子频道呈现干扰。

如所示，一预定频宽的单一子频道与一独特的展开码(spreading code)混合，该展开码重复由一宽频，拟似噪声(pseudo-noise, PN)序列产生器所产生的一预定的形态(pattern)。这些独特的使用者展开码通常互相拟似垂直，因此展开码之间的交叉相关(cross-correlation)接近 0。一数据讯号被以产生一数字展频讯号的 PN 序列调变。一载体讯号随后被以该数字展频讯号调变并依传输媒体而被传输。一接收器解调变抽取该数字展频讯号的传输。该被传输的讯号在与匹配 PN 序列相关之后被重新产生。当展开码互相垂直的时候，被接收的讯号可以

和关于特定展开码的一特定使用者讯号相关，因此仅有与特定展开码相关的想要的使用者讯号被加强，而所有其它使用者的其它讯号则未被加强。

展开码的每一个数值被称为一码片(chip)，并具有与数据速率相同或较大的一码片速率。码片速率与子频道数据速率之间的速率即是展开因素(spreading factor)。

为扩大数据讯号数值的可能范围，一符元(symbol)被用以代表大于二个的数字值。三及四数值分别使用三元与四元符元。符元的概念允许信息的较大等级(degree)，因为每一符元的位内容指示一独特的脉冲形状。依所使用的符元而定，存在相同数目的独特脉冲或波形。在来源的信息被转换为符元，而符元被调变并经由子频道被传输以便在终点被解调变。

CDMA 系统中的展开码被选择以使一想要子频道与所有其它子频道之间的干扰为最小。因此，解调变所欲的子频道的标准方法是叫所有其它子频道视为干扰，类似显示其本身在通信媒介中的干扰。为此程序所设计的接收器是单一使用者，匹配的滤波器及 RAKE 接收器。

因为不同的子频道确实多少干扰其它子频道，另一种方法是在接收器解调变所有的子频道。接收器可以借由平行执行每一子频道的译码算法而听从所有一次传输的使用者。此概念被称为多使用者侦测。多使用者侦测可以提供单一使用者接收器方面重要的性能改善。

参照图 3，其表示习知使用多使用者侦测器的 CDMA 接收器的系统方块图。此接收器可以包括此种功能，例如射频或 RF 下降转换及射频频道的相关的过滤，模拟至数字转换或特定通信媒介的光讯号解调变。接收器的输出是一种处理的讯号，模拟或数字，包含所有主动(active)子频道的组合的展开讯号。多使用者侦测器执行多使用者侦测并输出对应每一主动子频道的复数个讯号。所有或比总数目小的数目的子频道可被处理。

理想的多使用者侦测器是执行数种复数个(complex)算术运算的加强计算装置，因此难以有经济效益地实施。为使成本最少，次理想的多使用者侦测器，例如线性侦测器，已被发展，在折衷接近理想侦测器性能的情况下需要较少的计算复杂度。线性侦测器包括解相关器，最小均方误差或 MMSE 侦测器，及 0 强迫区块线性均衡器或 ZF-BLEs。

图 4 表示一种同步或异步 CDMA 通信的习知线性多使用者侦测器。来自通信媒体特定接收器的数据输出(如图 3 所示)被耦合至用以评估个别子频道中的每一被传输符元的脉冲响应的子频道评估器。线性侦测器使用脉冲响应及

一子频道评估展开码以解调变每一子频道的数据。此数据被输出至个别使用者的子频道数据处理区块。

为了在实体系统中作用 K 子频道使用者的平行侦测，线性多使用者侦测器方法被执行，如同固定的门阵列，微处理器，数字讯号处理器或 DSPs 及类似者。固定逻辑系统允许较大的系统速度，而微处理器导向系统提供程序化的弹性。负责多使用者侦测器的每一实施执行一连串算术运算。为描述此功能，以下的变量通常定义线性多使用者侦测器的结构及运算：

K = 系统中主动的使用者/传输器的总数

N_c = 一数据区块中的码片数目。码片数目是需要的，因为具有变化的展开因素，此数目对所有使用者是测量的共同点。

W = 码片中通信频道脉冲响应长度。这通常是系统的预定的参数。

$Q^{(k)}$ = 使用者 k 的展开因素。此展开因素等于用以展开使用者数据的一符元的码片数目。系统预先知道此展开因素且不需要从接收的数据中评估它们。

$N_s^{(k)}$ = 由使用者 k 所传送的符元数目。 $N_s^{(k)} = N_c / Q^{(k)}$ 。

$N_s^T = \sum_{k=1}^K N_s^{(k)}$ 符元传送的全部数目。

$d^{(k)}$ = 由使用者 k 传送的数据(信息)。数据以向量的形式呈现，其中一向量为由一单一索引变量所指示的数据矩阵。为其所遵循的向量及矩阵运算的目的，所有的向量被定义为行向量。 $d^{(k)}$ 的第 n^{th} 元素是由 k^{th} 使用者所传输的 n^{th} 符元。

$h^{(k)}$ = 被表示为一向量的使用者所经验的子频道的脉冲响应。此量需要在接收器被评估。子频道脉冲响应的接收器评估被称为 $h^{(k)}$ 。向量的元素 $h^{(k)}$ 一般是复数个，其具有由子频道导入的振幅及相位变量。

$u^{(k)}$ = 使用者 k 的展开码，以向量表示。为线性多使用者侦测的目的，考虑包含展开一特定符元的展开码的区段的向量是有用的。因此，向量 $v^{(k,n)}$ 被定义为用以展开由 k^{th} 使用者所传送的 n^{th} 符元的展开码。以数学而言，其被定义为

$v_i^{(k,n)} = v_i^{(k)}$ ，对于 $(n-1)Q^{(k)} + 1 \leq i \leq nQ^{(k)}$ ，以及 0 对所有其它 i ，其中 i 是向量元素的索引。

$r^{(k)}$ = 代表使用者 k 数据，由展开序列 $v^{(k)}$ 所展开并经由该使用者子频道 $h^{(k)}$ 所传输。向量 $r^{(k)}$ 代表当一数据区块到达时在周期时间期间的频道观察。

向量 $r^{(k)}$ 的第 i^{th} 元素可被定义为

$$r_i^{(k)} = \sum_{n=1}^{N^{(r)}} d_n^{(k)} \sum_{j=1}^{\omega} h_j^{(k)} v_{i-j+1}^{(k,n)} \quad \text{程序 1}$$

在接收器所接收的讯号包括所有使用者讯号 $r^{(k)}$ 加噪声。因此，我们可以定义被接收的数据向量 r 如下

$$r = \sum_{k=1}^K r^{(k)} + n \quad \text{程序 2}$$

程序 2 的向量 n 代表由通信频道所导入的噪声。

图 5 表示习知线性多使用者侦测器的系统及方法。被评估的子频道脉冲响应向量 $h^{(k)}$ 及展开码 $v^{(k)}$ 被用以产生每一使用者 k 的系统传输响应矩阵。一矩阵为由二索引变量所指示的数字区块并且被排列为矩形格，第一索引变量为一列索引，而第二索引变量为一行索引。

使用者 k 的系统传输响应矩阵通常被指示为 $A^{(k)}$ 。第 i^{th} 列， n^{th} 行元素被指示为 $A_{i,n}^{(k)}$ 并被定义为

$$A_{i,n}^{(k)} = \sum_{j=i}^w h_j^{(k)} v_{i-j+1}^{(k,n)} \quad \text{程序 3}$$

矩阵 $A^{(k)}$ 的每一行对应于在想要期间由使用者 k 所传送的一特定符元用的一匹配的滤波器响应。参照图 5，被接收的数据 r 配合所有使用者展开码与子脉冲响应的组合。因此， $A^{(k)}$ 包含 $Ns^{(k)}$ 匹配的滤波器响应。 $A^{(k)}$ 的行是以下形式：

$$A_n^{(k)} = \begin{bmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ b_n^{(k)} \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{程序 4}$$

其中每一向量具有维度

$$Q^{(k)} + W - 1 \quad \text{程序 5}$$

且从矩阵 $A^{(k)}$ 的顶部偏移

$$(N-1) \cdot Q^{(k)} \quad \text{程序 6}$$

因为展开码在符号时间上不是周期性的；对 $i, j, b_i^{(k)} b_j^{(k)}$ 。可能为 0 值的向量元素被称为向量的支撑。因此， $A_n^{(k)}$ 为 $b_n^{(k)}$ 的支撑。

一旦每一使用者的系统传输矩阵被产生时一全部系统传输响应矩阵，称为 A ，借由连接所有使用者的系统传输矩阵而被产生，如以下所示：

$$A = [A^{(j)} \dots, A^{(k)} \dots, A^{(k)}] \quad \text{程序 7}$$

依据习知的调变技术， $h^{(k)}$ 的元素可以是复数个。其随后遵循 A 的非 0 元素可以是复数个。

依据程序 4, 5, 6, 7 的假设的习知侦测器用的全部系统传输响应矩阵的范例如

$$A = \left[\begin{array}{cccccccc|cccc} b_{1,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1,1}^{(2)} & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1,1}^{(2)} & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,3}^{(1)} & b_{2,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1,1}^{(2)} & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,4}^{(1)} & b_{2,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1,1}^{(2)} & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,5}^{(1)} & b_{2,3}^{(1)} & b_{3,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1,5}^{(2)} & b_{2,1}^{(2)} & 0 & 0 \\ 0 & b_{2,4}^{(1)} & b_{3,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1,6}^{(2)} & b_{2,2}^{(2)} & 0 & 0 \\ 0 & b_{2,5}^{(1)} & b_{3,3}^{(1)} & b_{4,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{1,7}^{(2)} & b_{2,3}^{(2)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{3,4}^{(1)} & b_{4,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{2,4}^{(2)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & b_{3,5}^{(1)} & b_{4,3}^{(1)} & b_{5,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{2,5}^{(2)} & b_{3,1}^{(2)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{4,4}^{(1)} & b_{5,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{2,6}^{(2)} & b_{3,2}^{(2)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{4,5}^{(1)} & b_{5,3}^{(1)} & b_{6,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & b_{2,7}^{(2)} & b_{3,3}^{(2)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{5,4}^{(1)} & b_{6,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{3,4}^{(2)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{5,5}^{(1)} & b_{6,3}^{(1)} & b_{7,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & b_{3,5}^{(2)} & b_{4,1}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{6,4}^{(1)} & b_{7,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & b_{3,6}^{(2)} & b_{4,2}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{6,5}^{(1)} & b_{7,3}^{(1)} & b_{8,1}^{(1)} & 0 & 0 & b_{3,7}^{(2)} & b_{4,3}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{7,4}^{(1)} & b_{8,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & b_{4,4}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{7,5}^{(1)} & b_{8,3}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & b_{4,5}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{8,4}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & b_{4,6}^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{8,5}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & b_{4,7}^{(2)} \end{array} \right]$$

程序 8

对 2 位($k=2$)使用者, $A^{(1)}$ 及 $A^{(2)}$, 在一数据区块($N_c=16$)中具有 16 码片, 长度为 4($W=4$)的频道脉冲响应以及二的第一位使用者($Q^{(1)}=2$)的一展开因素, 以及四的第二位使用者($Q^{(2)}=4$)的一展开因素。在所产生的全部系统传输响应矩阵 A 中, $bn_i^{(k)}$ 指示组合系统的第 i^{th} 元素以及第 k^{th} 使用者的 n^{th} 符元的频道响应。

被接收的数据 r 使用代表匹配滤波器响应的一排(bank)全部系统传输响应矩阵 A 被处理以产生匹配滤波器输出的一向量, 其以 y 表示。该匹配的滤波运算被定义为

$$y=A^H r \quad \text{程序 9}$$

矩阵 A^H 代表矩阵 A 的 Hermitian(或复数个)转换。该转换被定义为 $A_{ij}^H = \overline{A_{ji}}$, 其中上横线表示取一复数个的共轭的运算。匹配的滤波器输出随后被乘上一目的矩阵 O 的逆转。目标矩阵 O 代表区别每一线性接收器模式的型态的运算。其是从矩阵 A 所导出。

零强迫区块线性均衡器(ZF-BLE)接收器是具有被指定为 $O=A^H A$ 的一目标矩阵的一线性接收器。最小均方误差区块线性均衡器(MMSE-BLE)接收器是一线性接收器, 具有指定为 $O=A^H A + \sigma^2 I$ 的目标矩阵, 其中 σ^2 为出现在所接收的数据向量 r 的每一符元上的噪声变化, 矩阵 I 为单位矩阵(identity matrix)。一单位矩阵是一平方及对称矩阵, 具有 1 在其主要对角线以及 0 在其它地方。单位矩阵的尺寸被选择, 因此依据线性代数使得额外的运算有效。

对一解相关器(解相关接收器)而言, 矩阵 A 借由忽略频道响应 $h^{(k)}$, 仅考虑展开码及它们的交叉相关(干扰)特性而被简化。一交叉相关矩阵通常称为 R , 一般为了接相关器型态接收器而被建构。此矩阵可借由假设在以上的 A 的定义中 $W=1$ 且 $h_i^{(k)}=1$ 而被架构(亦即, 每一子频道的频道响应为一脉冲)。随后, 交叉相关矩阵 R 为目标矩阵 O , 如同为 ZF-BLE 接收器所定义。一解相关器通常被当成一更复杂多使用者侦测接收器的一次处理使用。一旦目标矩阵产生, 多使用者侦测器将逆转此矩阵, 标示为 O^{-1} 。

目标矩阵的逆转随后被乘上匹配的滤波输出向量 y 以产生数据向量 d 的评估, 其中 d (评估) = $O^{-1}y$ 。目标矩阵的逆转是一种复杂, 计算性的逆转处理。执行此处理所需的运算的数目随矩阵 O 的尺寸的立方而增加。对大多数不同步 CDMA 接收器而言, O 的尺寸很大, 其使得逆转的处理难以实现。

为克服此限制，并使系统实际可靠，由于 Cholesky 的数字方法被使用。Cholesky 分解可以有效地降低矩阵 O 的计算复杂度，如果矩阵是带状(banded)的话。

一带状矩阵(banded matrix)是一方形矩阵，其仅在远离主要对角的数个对角包括非 0 值。此接近具有至少一非 0 元素的主对角的非 0 对角的数目被称为频宽。因此，一对称矩阵 M 被称为具有频宽 p 的带，如果

$$m_{ij} = 0, \text{ 对所有 } j > i + p \quad \text{程序 10}$$

其中 m_{ij} 为 M 的一个元素， i 为列索引而 j 为行索引。对具有尺寸 n 以及频宽 p 的带矩阵而言，Cholesky 分解可以降低目标矩阵 O 的所需的逆向数字运算从随着矩阵的尺寸的立方 n^3 变化到随着矩阵的尺寸乘上频宽的平方， np^2 ，变化。

如以上所讨论，ZF-BLE 接收器的目标矩阵是 $O = A^H A$ 。为说明数字的复杂度，表示于程序 6 的整体系统响应矩阵 A 的目标矩阵为

$$O = \begin{bmatrix} x & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & 0 & 0 \\ x & x & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & 0 & 0 \\ x & x & x & x & x & 0 & 0 & 0 & x & x & x & 0 \\ 0 & x & x & x & x & x & 0 & 0 & x & x & x & 0 \\ 0 & 0 & x & x & x & x & x & 0 & 0 & x & x & x \\ 0 & 0 & 0 & x & x & x & x & x & 0 & x & x & x \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & x & x & 0 & 0 & x & x \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & x & 0 & 0 & x & x \\ x & x & x & x & 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & 0 & 0 \\ x & x & x & x & x & x & 0 & x & x & x & x & 0 \\ 0 & 0 & x & x & x & x & x & x & 0 & x & x & x \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & x & x & x & 0 & 0 & x & x \end{bmatrix} \quad \text{程序 11}$$

其中 0 表示所有算术运算产生 0 且以 x 代表非 0 值。如果整体系统响应矩阵 A 的第 i^{th} 列及第 j^{th} 行的非 0 元素不具有相同的向量索引，则具有列索引 i 及行索引 j 的目标矩阵 O 的对应元素将是 0。 O 的频宽(程序 11)等于 9，因为就远离主对角的 9 行没有非 0 元素。

目标矩阵 O ，如同其于图 5 所示习知接收器中所架构并未被适当地带化(banded)。因此，Cholesky 分解不能有效地被用以降低运算的复杂度，当逆转

矩阵 O 时。然而，习知技术揭露当所有使用者以相等的展开因素传输时，整体系统传输矩阵 A 的重新排列可以在计算一目标矩阵 O ，调整矩阵 O 为一带状矩阵之前先被执行。此处理的系统方块图表示于图 6。

计算矩阵 A 的行的重新排列的处理执行重新排列而不需要任何额外的信息。此重新降低排列逆转矩阵时的运算复杂度。一旦侦测程序完成，一使用者数据向量 d 被计算，一逆转的重新排列处理被执行，解扰乱向量 d 为进一步处理而回到其原始的形式。

在一典型的异步 CDMA 系统中，一重新排列目标矩阵比其原始尺寸小至少 10 倍。因此，可达成处理时间中至少 100 的因素的节省，当 Cholesky 分解基于一重新排列整体系统响应矩阵而于一目标矩阵上执行的时候。然而，习知技术并未揭露当使用于多主动使用者之间使用不同展开码时所使用的重新排列方法。

因此，希望降低多使用者侦测的复杂度。

发明内容

复数个通信讯号具有不同的展开码。每一通信具有包括码片的一相关的码。为每一通信的每一码片，产生以一脉冲响应回旋(convolved)的码片的向量。为每一通信，产生包括码片向量的支撑区块。一支撑区块中的码片向量的数目是基于该通信的展开因素。一系统响应矩阵被组合。该系统响应矩阵具有符元次矩阵。每一符元次矩阵包括来自每一通信的一支撑区块。该通信的数据使用该符元矩阵而被侦测。

附图说明

图 1 是习知多重存取通信系统的简要方块图。

图 2 是习知 CDMA 通信系统中简要方块图。

图 3 是习知具多使用者侦测的 CDMA 接收器的简要方块图。

图 4 是习知多使用者侦测器的简要方块图。

图 5 是习知线性多使用者侦测器的方块图。

图 6 是习知使用 Cholesky 分解的线性多使用者侦测器的方块图。

图 7 是本发明线性多使用者侦测器的方块图。

图 8 说明系统响应矩阵 $A^{(k)}$ 上至下行偏移。

图 9 说明矩阵行索引值分派。

图 10A 及 10B 是实施本发明的另一方法的流程图。

图 11 说明组合一展开因素群矩阵 $AG^{(g)}$ 的步骤。

图 12 说明依据本发明组合一 AN 矩阵的步骤。

图 13 说明一系统响应矩阵的另一组合。

图 14 说明一 k^{th} 资源单位的系统响应矩阵, A_k 。

图 15 说明一 k^{th} 资源单位的第一支撑区块, $B^{(1,k)}$ 。

图 16 说明组合另一系统响应矩阵 A 的步骤。

具体实施方式

实施例将参照附图而被描述, 其中相同的数字代表相同的组件。

表示于图 7 的是于接收之后侦测复数个在共同 CDMA 频道中传输的使用者的多使用者侦测器 17。该多使用者侦测器 17 包括复数个具有附属存储器的用以执行各种向量及矩阵运算的处理器。另一实施例包括固定的门阵列及执行该不同处理器功能的 DSPs。侦测器 17 也包含第一输入 19 用以输入被称为向量 $h^{(k)}$ 的个别的 k 子频道脉冲响应评估至正确的中间符元干扰或由一子频道本身符元所导致的 ISI 以及多重存取干扰或由来自其它使用者子频道的符元所倒致的所有接收数据讯号的 MAI, 一第二输入 21 用以输入来自所有在不连续区块时间内传输的所有使用者 k 的包含来自每一使用者子频道的组合数据的输入向量 r 的形式的数据, 以及一输出 23 用以输出每一使用者 k 的来自被接收频道数据 r 的一输出向量形式的用户数据 $d^{(k)}$ 。使用者 K 及每一使用者 ($k=1,2,3,\dots,K$) 的展开因素 $Q_{(k)}$ 41 为已知。

为获得来自组合的使用者数据 r 的一特定使用者的用户数据 $d^{(k)}$, 使用者数据必须使用匹配滤波器 25 或类似者来过滤。熟悉本技术的人士认可一匹配滤波器 25 需要一响应特征, 其为展开脉冲形状与使用者子频道脉冲响应的组合的复数个共轭, 以便产生具有代表传输前的讯号准位的输出。输入没有与一预定响应特征匹配的滤波器 25 的讯号产生一较低的输出。

每一独立的 k 子频道脉冲响应评估 $h^{(k)}$ 被输入一第一存储器 27, 于该处与产生该使用者的系统传输响应评估矩阵 $A^{(k)}$ 的相同的使用者展开码 29(程序 3) 组合。多使用者侦测器 17 的一排列处理器 33 执行所有矩阵 $A_n^{(k)}$ 行的重新排序。此排列方法需要每一子频道系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 具有由程序 4 所定义的行结构, 其为典型的线性接收器。如果系统响应矩阵 $A^{(k)}$ 不是由程序 4 所定义的形式, 排列处理器 33 首先重新安排在这些行为程序 4 所定义的结构。多使用者侦测器 17 不需要所有系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 被串连为如程序 7 所定义的一整体系统传输响应矩阵 A。

排列器 33 为来自定义上 $O^{(k)}T_n$ 及下 $O^{(k)}B_n$ 偏移的每一向量(程序 4)的支撑的零值元素检查每一系统传输矩阵 $A^{(1)}$, $A^{(2)}$, $A^{(3)}$, ... $A^{(k)}$ 。如前所述, 每一系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 具有相同的列数目; 只有行数目变化。如图 9 所示, 此排列处理器 33 基于其个别的上 $O^{(k)}T_n$ 及下 $O^{(k)}B_n$ 效应为每一系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 的每一行指派一索引值 n_i 。此行值以增加的大小的次序从具有最大下偏移(offset)的最小上偏移的行被指派至具有最小下偏移的最大上偏移的行。

如果二行遭遇一者具有较大的上偏移以及比另一者大的下偏移, 如果上偏移之间的差异大于下偏移之间的差异, 具较下方的上偏移的行被指派较低的索引 n_i 。如果下偏移之间的差异大于上偏移之间的差异, 具有较大下偏移的行被指派较低的索引 n_i 。如果上偏移与下偏移之间的差异相同, 二行中的一者可以被指派较低的索引 n_i 。

排列处理器 33 组合一整体系统传输响应矩阵 AN 为被指派的行索引 n_i 的次序。此行索引 n_i 被维持在存储器 33 中以便在解扰乱处理 45 期间使用。举例而言, 使用程序 8 所示的整体系统响应矩阵 $A^{(1)}$ 及 $A^{(2)}$, 本发明排列方法 17 产生如下所述的整体系统传输矩阵 A :

$$A = \begin{bmatrix} b_{1,1}^{(1)} & b_{1,1}^{(2)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,2}^{(1)} & b_{1,2}^{(2)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,3}^{(1)} & b_{1,3}^{(2)} & b_{2,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,4}^{(1)} & b_{1,4}^{(2)} & b_{2,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{1,5}^{(1)} & b_{1,5}^{(2)} & b_{2,3}^{(1)} & b_{3,1}^{(1)} & b_{2,1}^{(2)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{1,6}^{(2)} & b_{2,4}^{(1)} & b_{3,2}^{(1)} & b_{2,2}^{(2)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b_{1,7}^{(2)} & b_{2,5}^{(1)} & b_{3,3}^{(1)} & b_{2,3}^{(2)} & b_{4,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{3,4}^{(1)} & b_{2,4}^{(2)} & b_{4,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b_{3,5}^{(1)} & b_{2,5}^{(2)} & b_{4,3}^{(1)} & b_{5,1}^{(1)} & b_{3,1}^{(2)} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{2,6}^{(2)} & b_{4,4}^{(1)} & b_{5,2}^{(1)} & b_{3,2}^{(2)} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{2,7}^{(2)} & b_{4,5}^{(1)} & b_{5,3}^{(1)} & b_{3,3}^{(2)} & b_{6,1}^{(1)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{5,4}^{(1)} & b_{3,4}^{(2)} & b_{6,2}^{(1)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{5,5}^{(1)} & b_{3,5}^{(2)} & b_{6,3}^{(1)} & b_{7,1}^{(1)} & b_{4,1}^{(2)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{3,6}^{(2)} & b_{6,4}^{(1)} & b_{7,2}^{(1)} & b_{4,2}^{(2)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{3,7}^{(2)} & b_{6,5}^{(1)} & b_{7,3}^{(1)} & b_{4,3}^{(2)} & b_{5,1}^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{7,4}^{(1)} & b_{4,4}^{(2)} & b_{5,2}^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{7,5}^{(1)} & b_{4,5}^{(2)} & b_{5,3}^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{4,6}^{(2)} & b_{5,4}^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & b_{4,7}^{(2)} & b_{5,5}^{(1)} \end{bmatrix}$$

此排列方法指示系统传输响应矩阵 $A^{(1)}$ 的 8 行(1-8)及系统传输响应矩阵 $A^{(2)}$ 的四行(9-12)以产生一良好带化的整体系统传输矩阵 A (程序 12)。

以上所述的排列的方法实施例包括每一系统传输响应矩阵 $A^{(1)}$, $A^{(2)}$, $A^{(3)} \dots A^{(k)}$ 的检查, 比较每一行与每一其它行的上 $O^{(k)}T_n$ 及下 $O^{(k)}B_n$ 偏移。假定每一系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 的特定结构, 亦即, 每一矩阵的行被排列为增加的上偏移及下降的下偏移的次序, 当从左至右前进时(参照程序 8, 矩阵 $A^{(1)}$, $A^{(2)}$), 另一方法 199 可以被执行而不需要直接检查每一系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 。

另一方法 199 表示在图 10A 及 10B。所有对应(步骤 201)具有相等展开因素的使用者的系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 被群集在一起(步骤 203)。对每一展开因素群 g , 存储器被配置于处理器内能够储存来自所有系统传输矩阵 $A^{(1)}$, $A^{(2)}$, $A^{(3)} \dots A^{(k)}$ 的所有行。展开因素群 g 被排列为增加的展开因素的次序。

说明该另一方法 199 的性能的例示系统包含 7 个具有 4 个被指派如下的不同展开因素 $Q^{(k)}$:

使用者 1($Q^{(1)}$)=8 使用者 2($Q^{(1)}$)=8 使用者 3($Q^{(3)}$)=8 使用者 4($Q^{(4)}$)=32
使用者 5($Q^{(5)}$)=16 使用者 6($Q^{(6)}$)=16 使用者 7($Q^{(7)}$)=4

使用另一方法的系统及方法 199, 系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 被分离为展开因素群:

群 1(展开因素 4) $A^{(7)}$
群 2(展开因素 8) $A^{(1)}$, $A^{(2)}$, $A^{(3)}$
群 3(展开因素 16) $A^{(5)}$, $A^{(6)}$
群 4(展开因素 32) $A^{(4)}$

一个别的展开因素群 g 包括至少一系统传输矩阵 $A^{(k)}$, 其中每一矩阵 $A^{(k)}$ 是从 1 至 $L^{(g)}$ 的任意索引。每一展开因素群 g 依据增加的展开因素大小被索引。

再每一展开因素群中, 相关系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 被组合为共同展开因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$, 其中 $g = 1, 2, 3, \dots, G$ (步骤 205)。如图 11 所示, 方法 199 复制具有索引 1 的系统传输响应矩阵的第一行至 $AG^{(g)}$ 的第一空白行, 具有索引 2 的系统传输响应矩阵的第一行至 $AG^{(g)}$ 的第二空白行; 在个别的展开因素群 g 中继续贯辍剩下的系统传输响应矩阵直到所有的第一行被复制为止。方法 199

以复制个别展开因素群 $AG^{(g)}$ 中的每一矩阵 $A^{(k)}$ 的第二行, 第三行等等而进行。

展开因素群 g 中的所有矩阵由于相同的展开因素而具有相同的行数。因此, 组合的展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ 将具有相关系统传输响应矩阵 $A^{(k)}$ 中的行数的 $L^{(g)}$ 倍。

为组合配合变化的展开因素的一整体系统传输响应矩阵 AN , 具有最低展开因素的展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ 被连续复制到存储器内(步骤 207), 以第一行开始, 亦即, $AG^{(g)}$ 的第一行, 至 AN 的第一配置的行。具有最低展开因素的展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ 具有最大的行数。所有其它的展开群因素群传输响应矩阵将被插入此基础矩阵 AN 。

如果系统展开因素是其它的偶数整数倍(步骤 209), 处理器 33 借由考虑剩下的展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ (步骤 209) 以任意次序组合该整体系统传输响应矩阵 AN (步骤 211)。为每一展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$, 处理器 33 驱动一行位移参考索引 m ,

$$m = n \cdot \frac{Q^{(g)}}{Q^{(1)}} - \frac{Q^{(g)}}{2 \cdot Q^{(1)}}$$

其中表示与在考虑中的展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ 相关的展开因素, $Q^{(1)}$ 表示所有群中最低的展开码, n 是在考虑中的展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ 的行, 其中 $n=1,2,3,\dots,N$ (步骤 211)。

为使用行位移索引 m , 使用建立具有最低展开因素的展开群因素群传输响应矩阵的系统传输响应矩阵 $L^{(1)}$ 的全部数目导出 AN 中的一参考位置(步骤 215),

$$mHL^{(1)} \quad \text{程序 14}$$

处理器 33 在考虑下, 使用属于目前在考虑中的展开因素群的系统传输响应矩阵从展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ 导出一行集合(步骤 217),

$$L^{(g)}H(n-1)+1 \text{ 至 } L^{(g)}Hn \quad \text{程序 15}$$

处理器 33 从 $AG^{(g)}$ 复制由程序 15 定义的行集合并将其插入具有由程序 14 定义的参考位置的 $AG^{(1)}$ 的行之后的基础矩阵 AN , 如图 12 所示。在考虑中的

展开因素群矩阵的剩下的行同样地被复制并插入基础矩阵 AN(步骤 211)。在所有来自一展开因素群矩阵的行都被取代之后，处理器 33 选择下一展开因素群矩阵 $AG^{(g)}$ (步骤 223)并执行以上方法。程序 13,14,15 允许来自剩下的展开群因素群传输响应矩阵 $AG^{(g)}$ 的第 i^{th} 行被放置在 AN 中具有相似支撑的 m^{th} 行之后(步骤 225)。

当系统展开因素不是其它的偶整数倍时，程序 13 的右边表示不产生一整数。在此情况中，处理器 33 将使程序 13 的结果近似以上的最接近整数或该数值以下的最接近整数(步骤 213)。此近似值方向在整体系统性能上具有可忽略的效果。剩余群系统传输矩阵 $AG^{(g)}$ 考虑的次序可能对系统性能有些影响。习知的展开因素的知识可被用以预先选择适合的次序。

使用以上所述的排列技术，以及为了当展开因素是互相的偶整数倍的情况，一矩阵频宽 B 可被达成，其可被表示为：

$$\left(\left[\frac{W-1}{Q_{MAX}} \right] \cdot \sum_{k=1}^k \frac{Q_{MAX}}{Q^{(k)}} \right) \leq B \leq \left(\left(\left[\frac{W-1}{Q_{MAX}} \right] + 1 \right) \cdot \sum_{k=1}^K \frac{Q_{MAX}}{Q^{(k)}} \right) - 1 \quad \text{程序 16}$$

程序 16 预言程序 11 的整体系统传输响应矩阵的频宽将是 3 及 6。程序 12 的检查显露在每一排列方法 199 之后的频宽是 4。

此改善在传输的符元的数目增加时更明显。如果系统传输第一使用者的 16000 码片(第一使用者的 800 符元以及第二使用者的 400 符元)，矩阵 $A^H A$ 的频宽将大约是 800。使用此排列方法以产生一整体系统响应矩阵 A， $AN^H AN$ 的频宽维持 4，因为频宽(程序 16)是独立于被传输符元的数目。在所有目标矩阵 O 的元素都被导出之后，执行逆转 41。因为逆转一矩阵的复杂度与频宽的平方成比例，本发明 17 提供近似 $(800/4)^2 = 200^2 = 40000$ 的因素的计算复杂度的降低。

整体系统传输响应矩阵 AN 提供响应特征给匹配的滤波器 25。系统响应矩阵 AN 的每一行是代表一特定符元的响应特征的向量。被接收的数据向量 r 被输入匹配滤波器 25，其中，其与来自整体系统传输响应矩阵 AN 的每一响应特征匹配以产生一匹配的滤波器输出向量 y。输出向量 y 的每一元素对应由一预定使用者传输的一特定符元的初步的评估。来自匹配滤波器 25 的输出向量 y 被加载具有逆转目标矩阵 O 的一乘法器 43。匹配滤波器 25 输出向量 y 及逆转目标矩阵 O 二者被相乘以产生一使用者数据向量 d。使用者数据向量 d 包含在

不连续时间区块期间从所有使用者传输的所有数据。因为目标矩阵 O 及匹配滤波器 25 输出是以整体系统响应矩阵 AN 为基础,使用者数据向量 d 必需被解扰乱。此解扰乱程序是排列方法 199 的逆转。

一解扰乱器 45 基于执行的行重新排列而重新安排使用者数据向量 d 的每一元素,当经历排列方法 199 时。数据向量 d 的元素是处于由整体传输响应矩阵 A , 1, 9, 2, 3, 10, 4, 5, 11, 6, 7, 12, 8 所指示的相同次序,垂直移项(transposed vertically)。解扰乱器 45 配置具有相同尺寸的存储器空间并将每一向量元素放置为 1-12 的连续次序。在使用者数据向量 d 被解扰乱之后,使用者数据被输出 23 以便进一步处理。

另一种降低系统传输响应矩阵 A 的频宽的方法表示于图 13,图 14 及图 15,并且比图 6 的流程图被解释。图 13 说明符元响应矩阵 A 。 A 矩阵被设置因此有 S 符元次矩阵。 S 为符元的最小数目,因此系统中的一资源单元的一数据区域可具有 $S = N_c/Q_{MAX}$ 。 N_c 为数据区域中的码片数目。 Q_{MAX} 为系统的最大展开因素,例如一展开因素 16。为说明分时双工爆冲型态 2, N_c 为 1104 而一典型的最大延迟展开 Q_{MAX} 为 16。因此, A 矩阵包含 $69(N_c/Q_{MAX})$ 次矩阵。

每一次矩阵具有 K 被接收资源单位的每一者的一支撑区块 $B^{(s,k)}$ 。 s 代表从 1 至 S 的符元次矩阵,而 k 代表来 1 至 K 的资源单位数目。

对每一资源单位,一系统响应矩阵可被建立。此矩阵具有资源单元的每一符元一行, N_c/Q_k 行。 Q_k 是第 k^{th} 资源单位展开因素。每一行具有一 i^{th} 行的一行区块 $b^{(k,i)}$ 。每一区块具有一行长度为该资源单位符元脉冲响应长度 L_r 加上 1, L_r+1 。对矩阵的第一区块 $B^{(k,1)}$ (最左), 区块的上部是矩阵的上部。每一次区块为一符元, Q_k , 矩阵中的较低者。为说明, 第二行 $b^{(k,2)}$ 的行区块是矩阵中低于 $b^{(k,1)}$ 的 Q_k 码片。

每一行区块 $b^{(k,i)}$ 对应第 k^{th} 资源单元的一 i^{th} 符元。其是借由扰乱码的第 i^{th} 区段与用该区段的频道脉冲响应回旋的第 k^{th} 资源单位的码片接码片地相乘而被导出, 如程序 17, 步骤 300。

$$b^{(k,i)} = (c^{(k,i)} * cscram^{(k,i)}) \theta h^{(k)} \quad \text{程序 17}$$

$c^{(k,i)}$ 为第 k^{th} 码的第 i^{th} 区段。 $cscram^{(k,i)}$ 为扰乱码的第 i^{th} 区段。 $h^{(k)}$ 为第 k^{th} 资源单元的频道响应。因此, 第 k^{th} 资源单位的每一行区块的长度为 Q_k+L_r-1 。

资源单元系统响应矩阵 A_1 至 A_k 的行区块被用以产生图 13 的符元次矩阵

的支撑区块。图十五说明第一符元区块中一 k^{th} 资源单元的一支撑区块 $B^{(k,1)}$ 。支撑区块 $B^{(k,1)}$ 具有行 Q_{MAX}/Q_k 。为说明，如果系统的最大展开因素为 16($Q_{\text{MAX}}=16$)且资源单元的展开因素为 1($Q_k=1$)，支撑区块 $B^{(k,1)}$ 具有 16 行。相反地，如果资源单元展开因素为 16，支撑区块 $B^{(k,1)}$ 具有 1 行。

为来自一 k^{th} 资源单元的第一支撑区块，该资源单元系统响应矩阵 A_k 的第一行区块 Q_{MAX}/Q_k 被取得。支撑区块的第一行具有系统响应矩阵 K 的第一区块行。支撑区块中的第一区块行的上部是位于支撑区块的上部。所产生的支撑区块的整体高度为 $Q_{\text{MAX}}+L_r-1$ ，不管展开因素 Q_k ，步骤 302。

图 13 表示符元次矩阵 $B^{(a,k)}$ 中的支撑区块。每一符元次矩阵，具有每一资源单元的一 s^{th} 支撑区块 $B^{(s,k)}$ ，步骤 304。或者是，行区块 $b^{(k,i)}$ 可从 A_k 矩阵获得或直接插入符元次矩阵 $B^{(s,k)}$ 。支撑区块的每一区块行 $b^{(k,i)}$ 是从该资源单元 A_k 矩阵的一区块行获得。来自一符元次区块的矩阵的行是 $b^{(k,x+1)}$ 至 $b^{(k,x+Q_{\text{MAX}}/Q_k)}$ 。x 来自程序 18。

$$X = (s-1) * Q_{\text{MAX}} / Q_k \quad \text{程序 18}$$

为一特定的资源单元 k ，每一次区块包含该资源单元行区块的 Q_{MAX}/Q_k 。支撑区块中的第一行的上部在支撑区块的上部。每一后续行是支撑区块中较低的 Q_{MAX}/Q_k 码片。

如图 13 所示，每一符元次区块具有每一资源单元用的支撑区块 $B^{(s,k)}$ 。虽然资源单元可被设置为任意次序且依然达成降低的频宽，借由放置以较低展开因素传输的资源单元在每一次矩阵区块的外部，频宽可以被进一步降低。为说明，第一次矩阵的第一支撑的第一行区块为 L_r 。如果展开因素为 16($Q_1=16$)，第一行区块的长度为 $15+L_r$ 。这些额外的 15 码片增加整体的频宽。以最后次矩阵的最后支撑的最后行，这依然为真。然而，在某些实施中，频宽中的潜在降低可能不会比重新排列资源单元次序用的增加复杂度重要。

S^{th} 符元次矩阵具有每一资源单元用的一支撑区块，步骤 304。因为每一支撑区块具有相同的高度，每一次矩阵具有 $Q_{\text{MAX}}+L_r-1$ 码片的相同高度每一次矩阵的宽度为 M ，如程序 19。

$$M = \sum_{k=1}^K Q_{\text{MAX}} / Q_k \quad \text{程序 19}$$

第一符元次矩阵是位于系统响应矩阵 A 的上方右角落。每一后续矩阵沿前一矩阵的侧边且 QMAX 码片进一步下降。A 矩阵的整体高度是 $N_s * Q_{MAX} + L_T - 1$ ，而整体宽度为 $M * N_s$ 。如图 13 所示，A 矩阵的结构大量降低频宽。此外，在导出此降低的频宽 A 矩阵的复杂度是小的。

在实际的通信站中，由于果度取样及传输或接收差异，A 矩阵可以包括数个次矩阵。在使用者设备或在基地台的接收器可以对所接收的向量 r 取样，以多重码片速率，例如在二或四倍码片速率。此外，可以使用传输或接收差异。对一个使用过度取样及传输/接收差异的系统，A 矩阵可以被视为具有来自过度取样及来自该差异的样本的每一组合的一次矩阵。为说明，一接收器可以在产生偶及奇样本的二倍码片速率取样。此接收器也可以在二空间差异天线。天线 1 及天线 2，接收讯号。因此，一偶集合在天线 2 而一奇集合在天线 1，一奇集合在天线 1，一偶集合在天线 2 以及一奇集合在天线 2。于此情况中，被接收的讯号可以如程序 20 所述的模式。

$$A = \begin{bmatrix} A_{1,o} \\ A_{1,e} \\ A_{2,o} \\ A_{2,e} \end{bmatrix} \quad \text{程序 20}$$

$A_{1,o}$ 对应天线 1 及偶样本。 $A_{1,s}$ 对应至天线 1 及奇样本。 $A_{2,e}$ 对应天线 2 及偶样本。

在一般情况下，其中多重码片速率取样被使用并使用 n 天线，A 可由程序 21 形成。

$$A = \begin{bmatrix} A_{1,1} \\ \vdots \\ A_{1,n} \\ \vdots \\ A_{m,1} \\ \vdots \\ A_{m,n} \end{bmatrix} \quad \text{程序 21}$$

为降低 A 矩阵的频宽，每一次矩阵具有其由一种降低频宽的技术所降低的频宽。当 A 矩阵被使用于数据侦测方法中时，每一次矩阵的降低的频宽降低 A 矩阵的频宽。

虽然本发明已使用较佳实施例而为说明，已于以下申请专利范围中所指出的本发明范围内的变化对本技术领域的人士而言是很明显的。

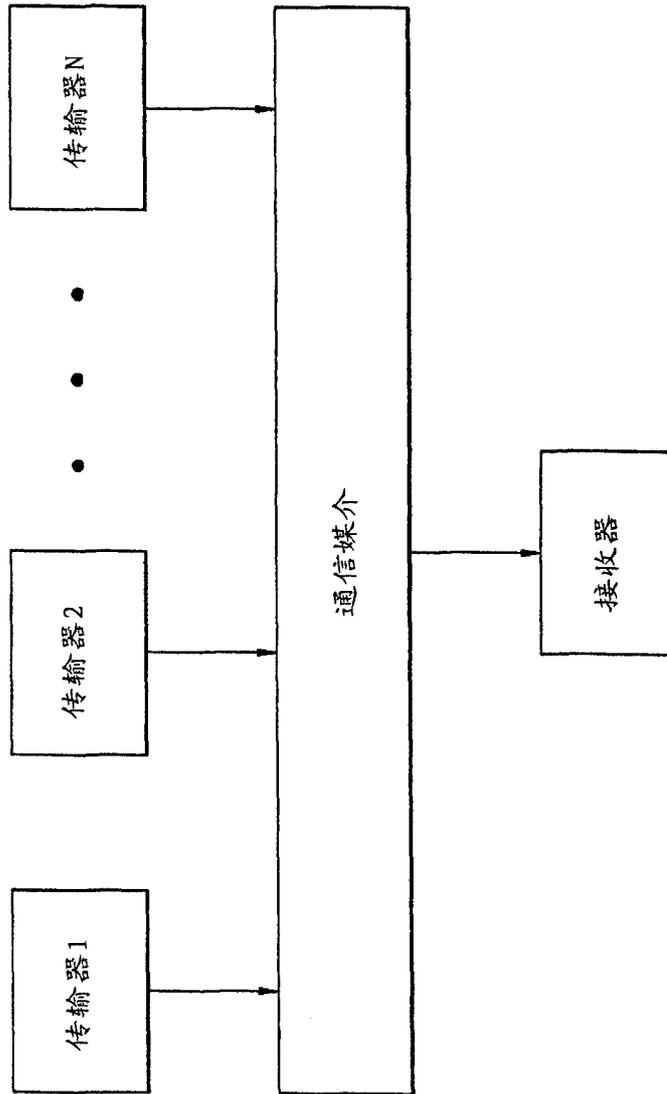


图 1

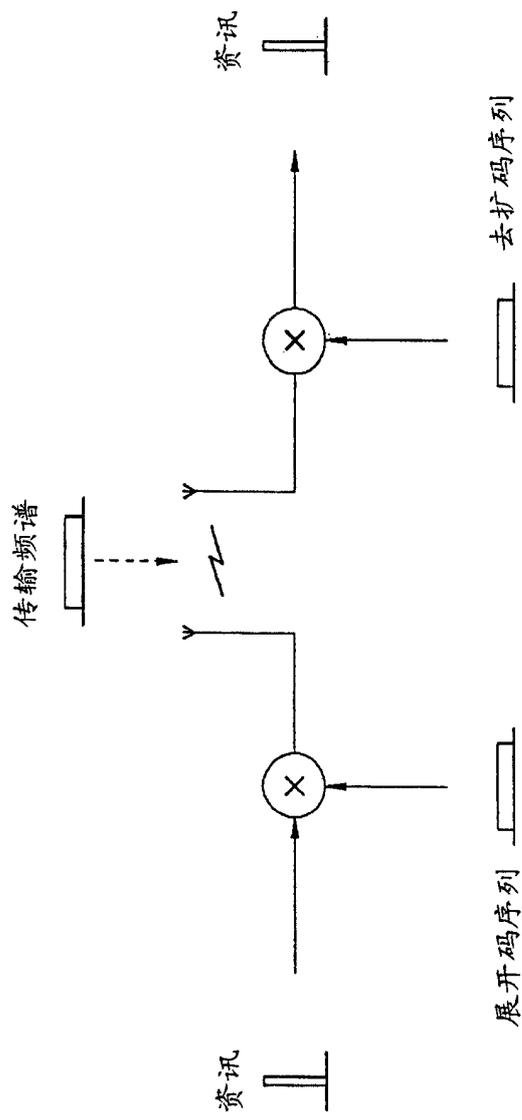


图 2

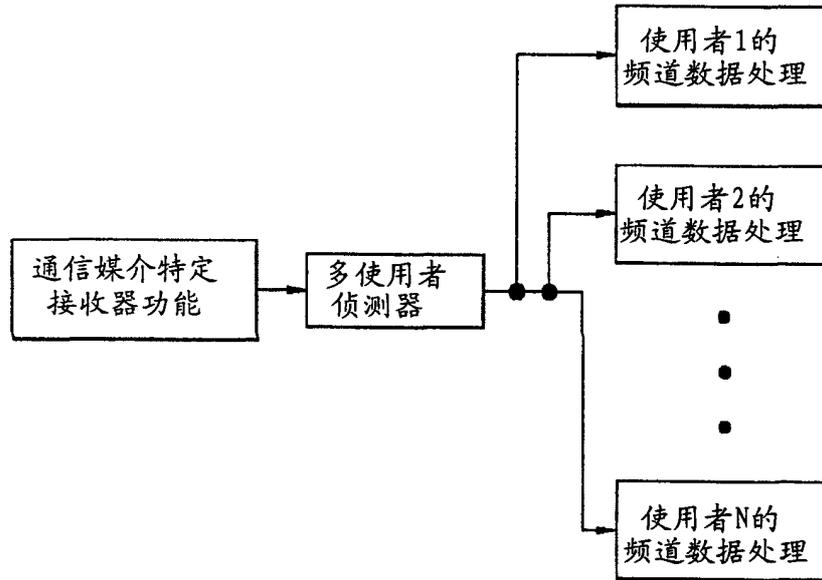


图 3

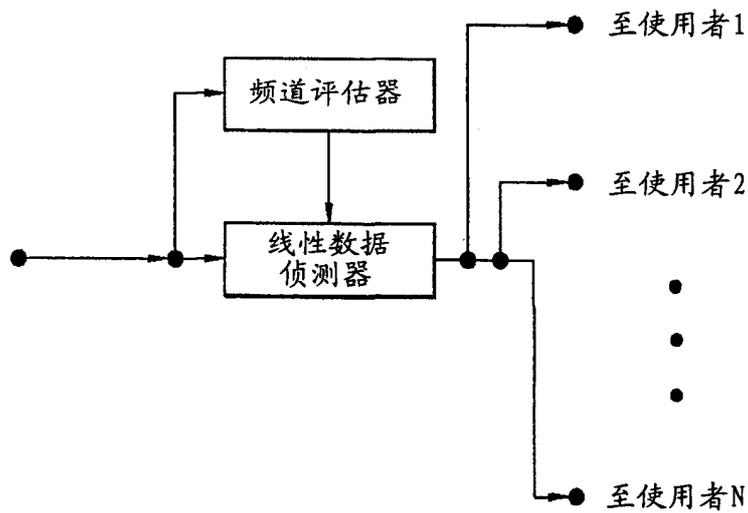


图 4

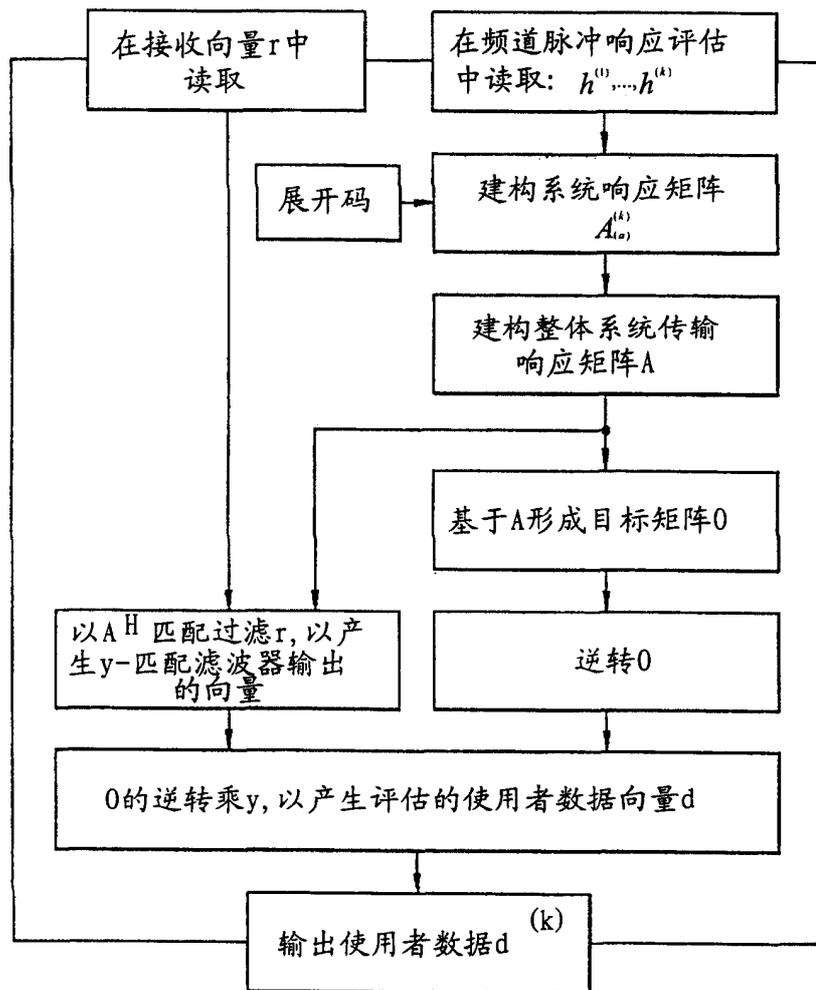


图 5

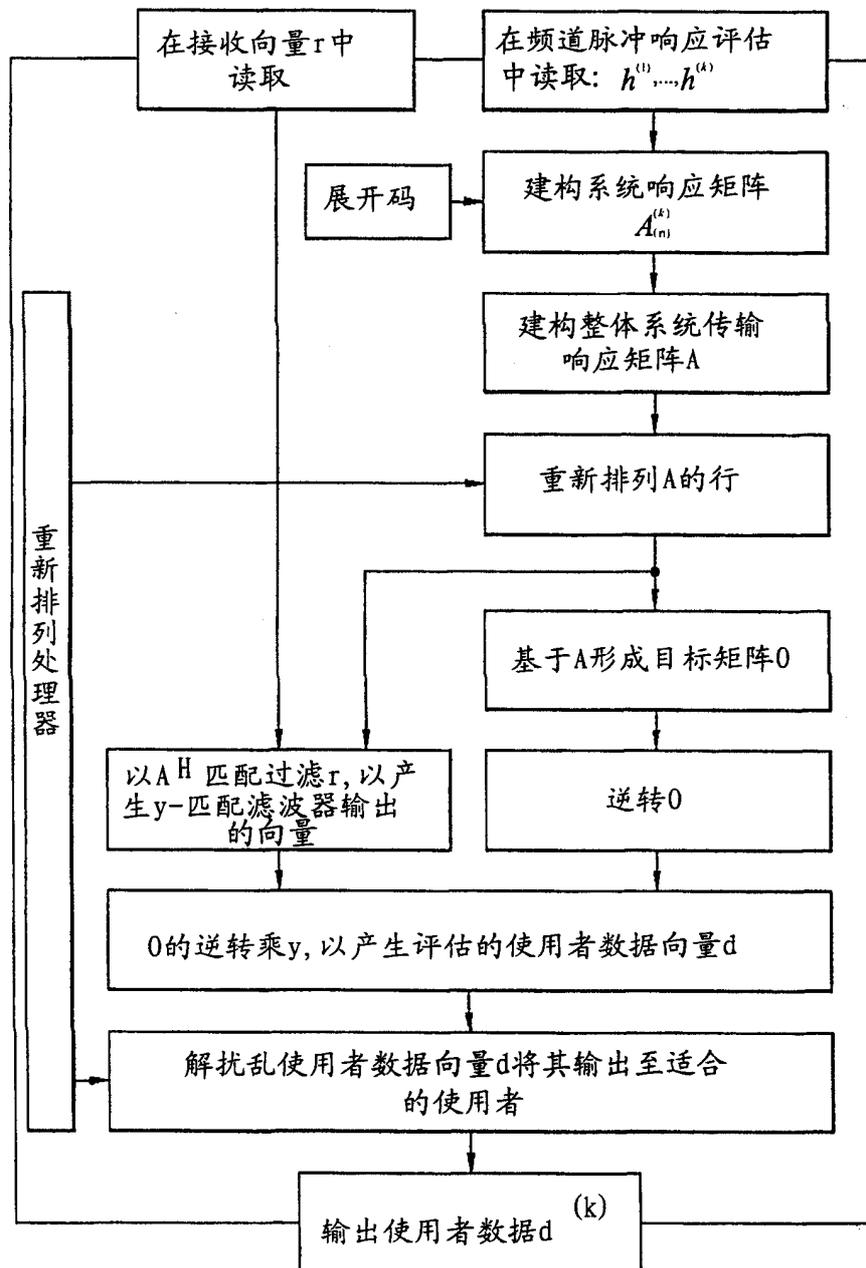


图 6

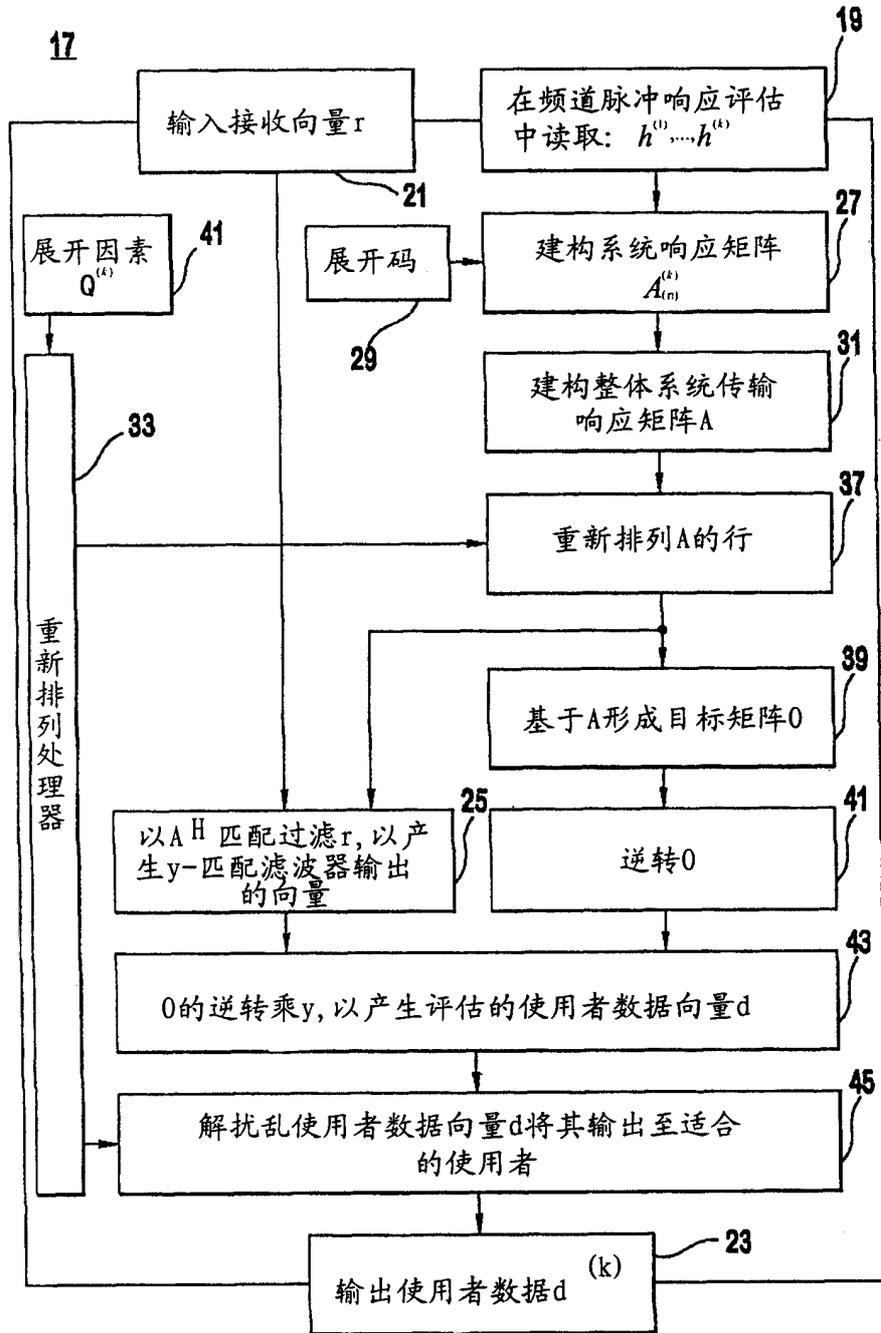


图 7

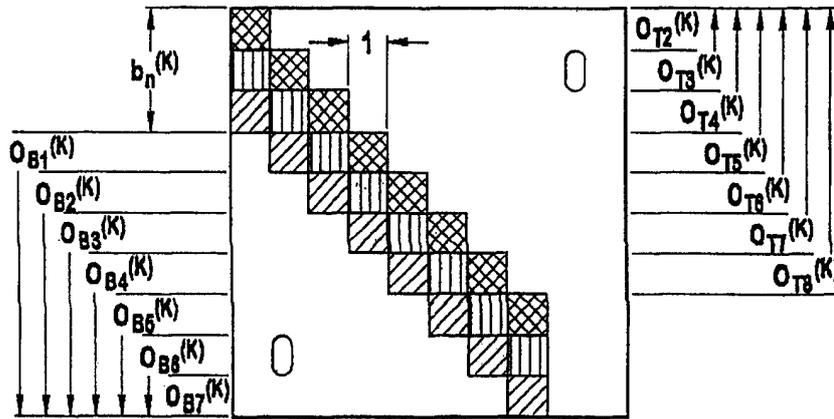


图 8

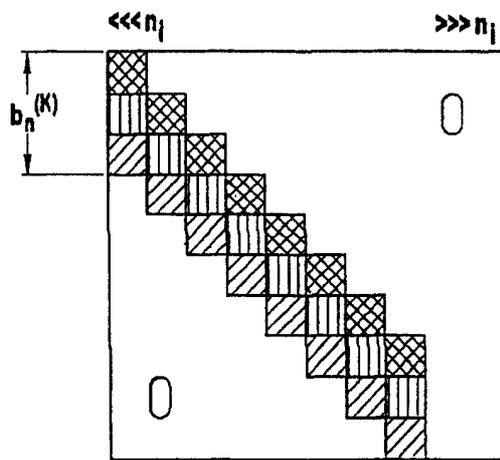


图 9

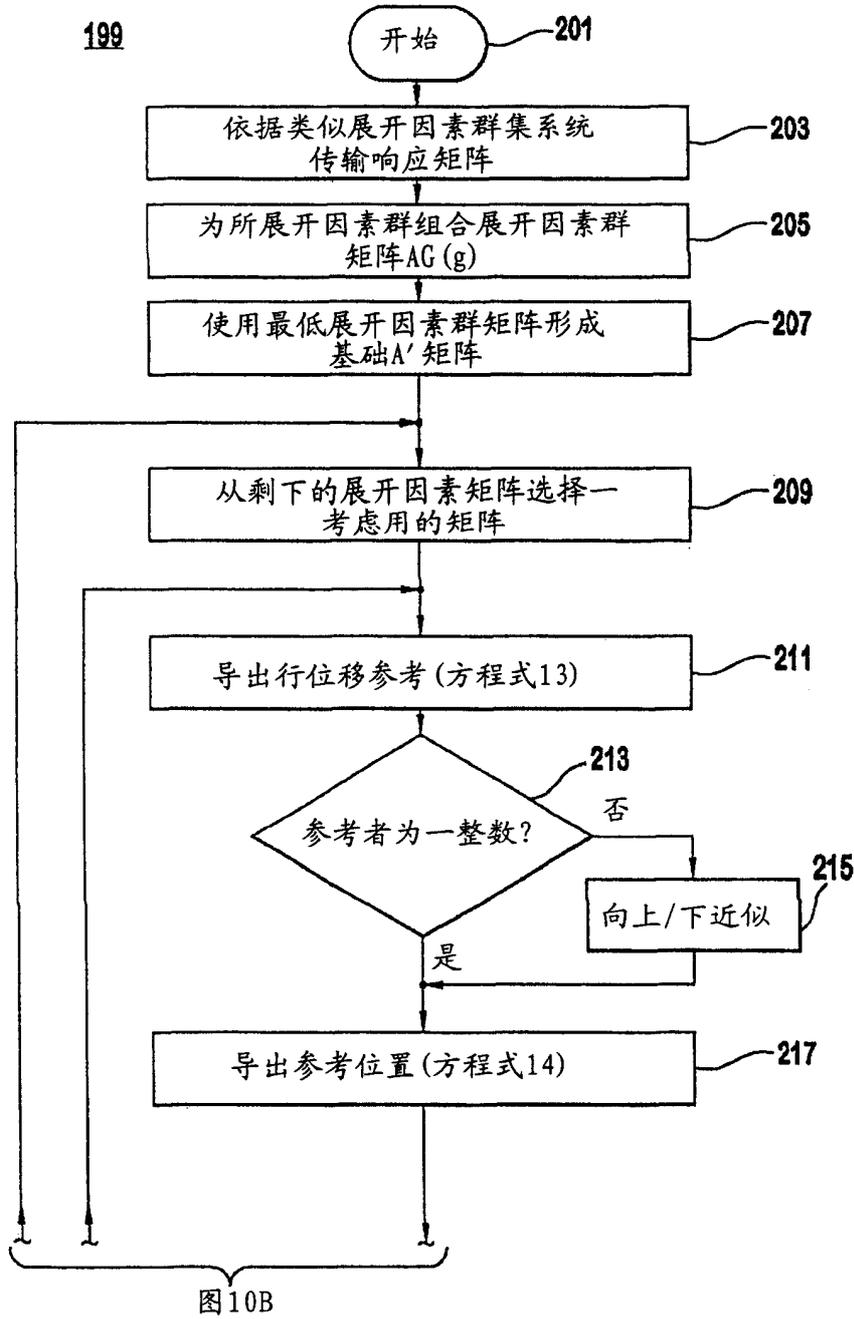


图 10A

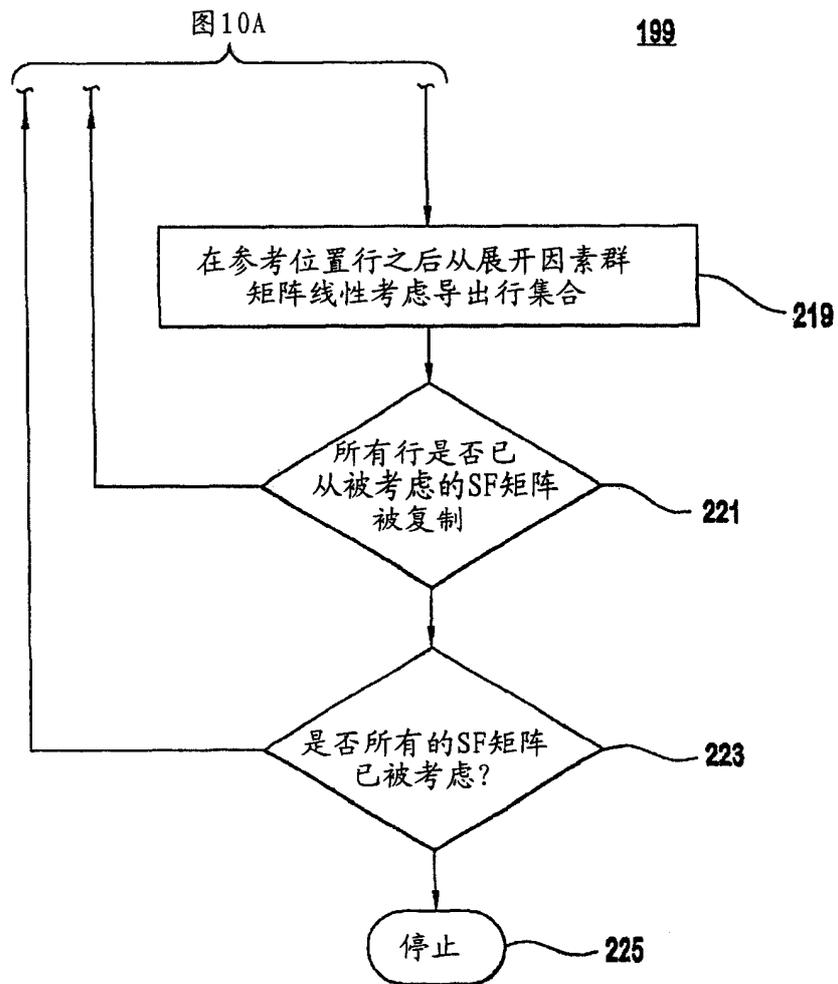
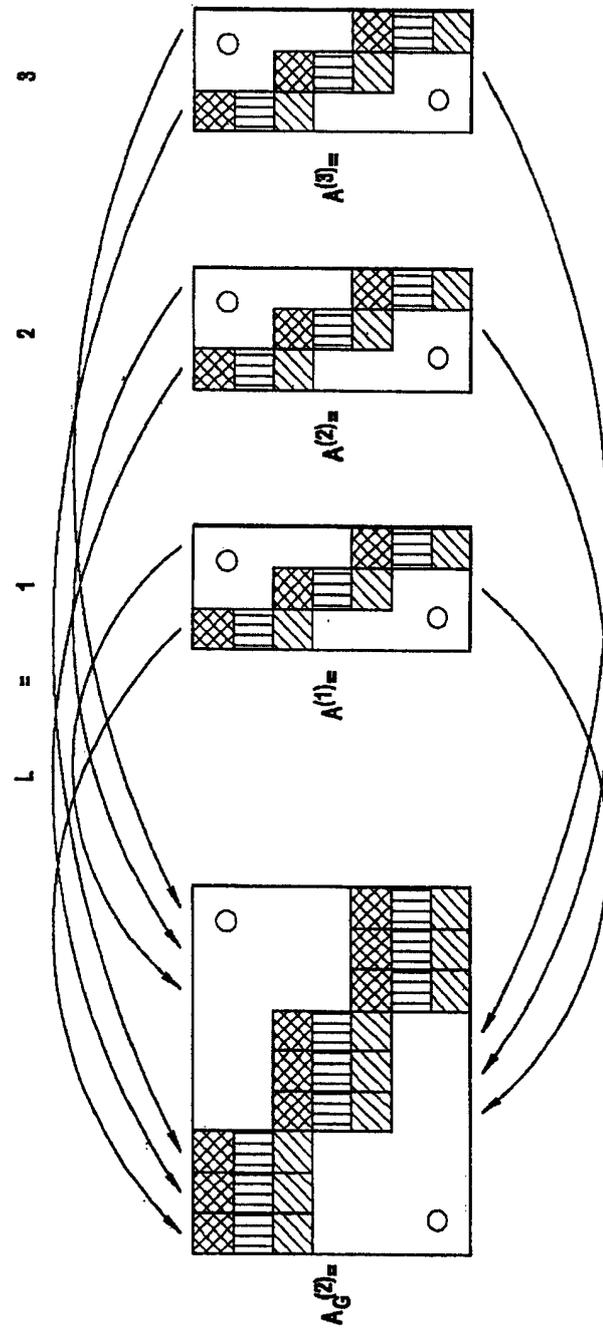


图 10B



共同展开因素群传输响应矩阵
 $A_G^{(g)}$

图 11

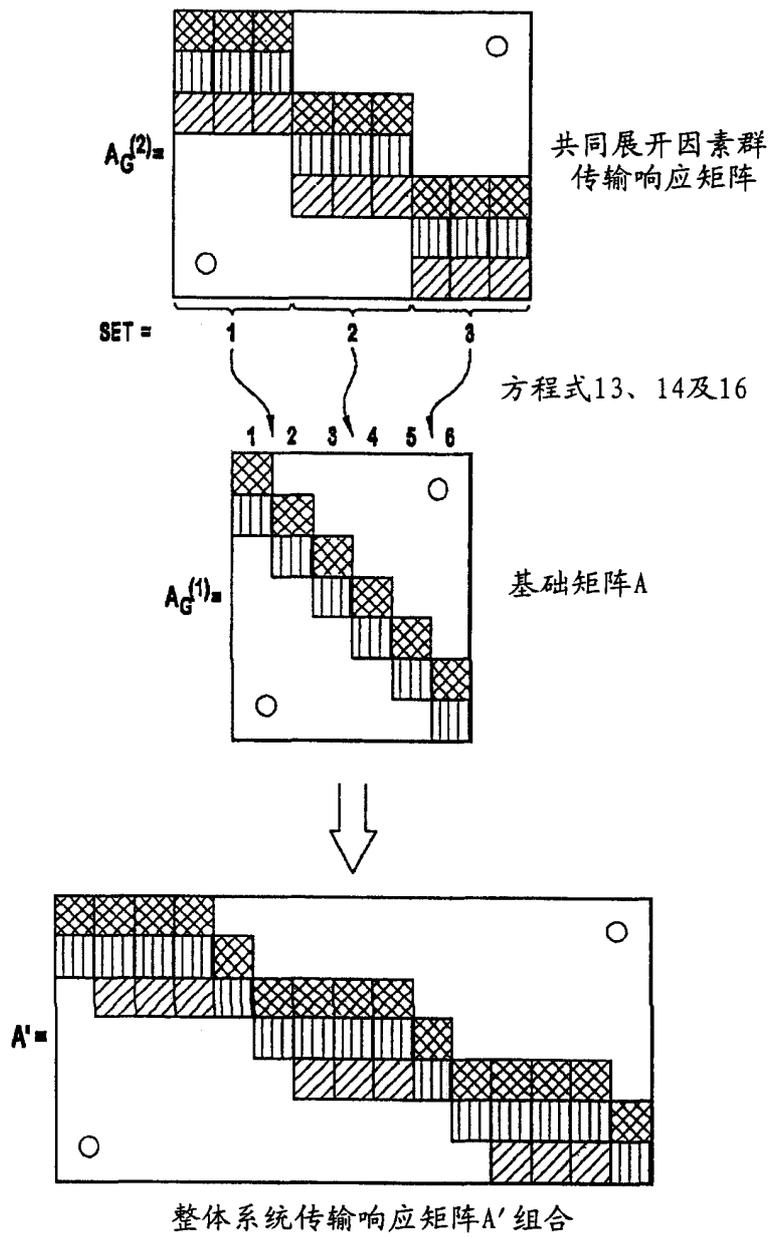


图 12

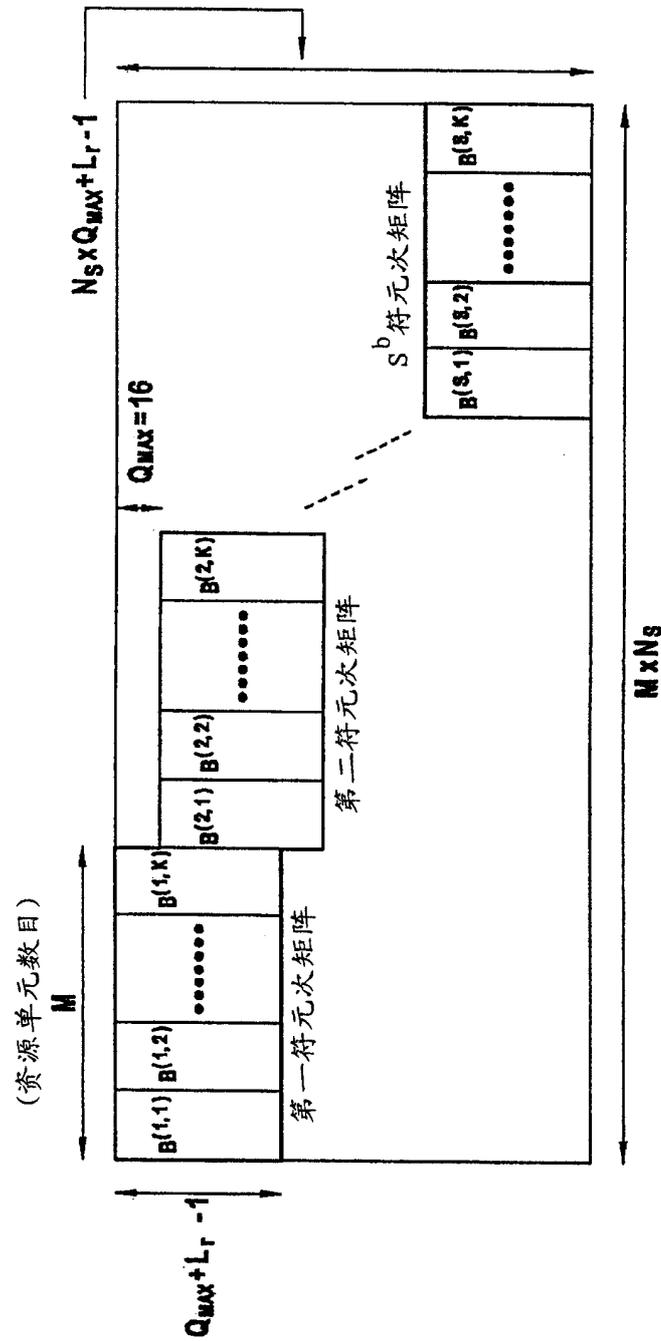


图 13

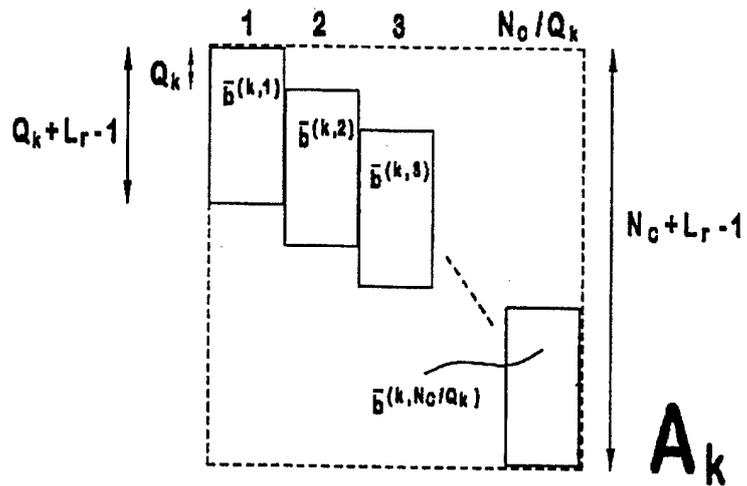


图 14

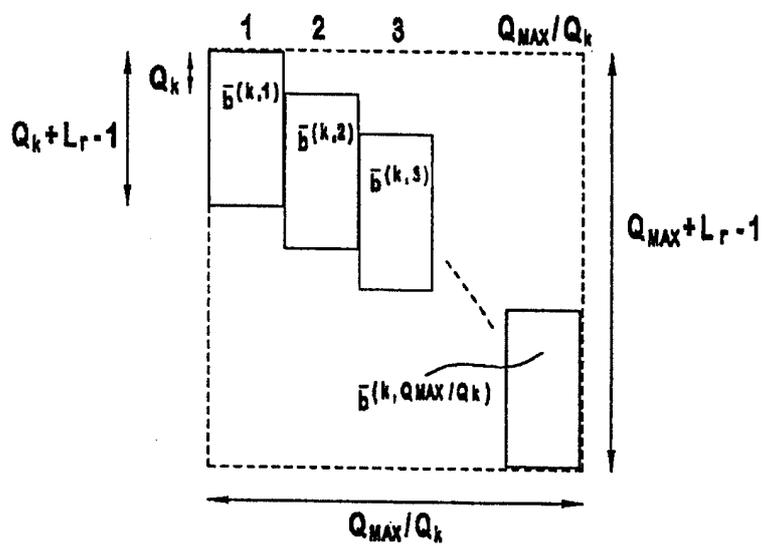


图 15

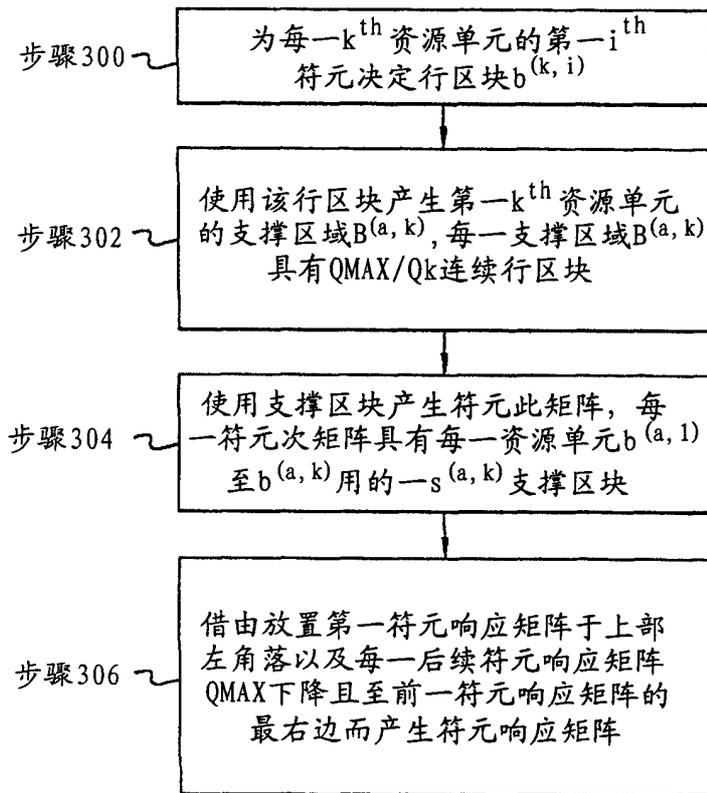


图 16