



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101971518 A

(43) 申请公布日 2011. 02. 09

(21) 申请号 200980108772. 4

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

(22) 申请日 2009. 01. 07

11105

代理人 钱大勇

(30) 优先权数据

12/007, 586 2008. 01. 11 US

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

H04B 7/26 (2006. 01)

2010. 09. 13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/KR2009/000068 2009. 01. 07

(87) PCT申请的公布数据

W02009/088217 EN 2009. 07. 16

(71) 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

(72) 发明人 法罗克·坎 蔡建安 张建中

丁义农

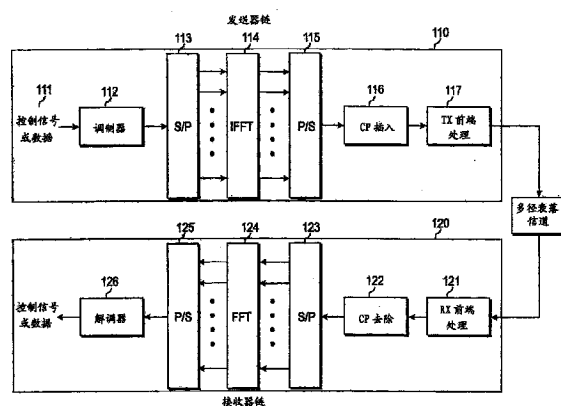
权利要求书 10 页 说明书 16 页 附图 11 页

(54) 发明名称

多输入多输出无线通信系统中的天线映射

(57) 摘要

提供一种用于发送的方法, 包括: 产生用于多个天线端口的多个参考信号, 每个参考信号对应于一个天线端口; 根据选择的天线端口映射方案将该多个参考信号映射到多个物理天线, 每个参考信号对应于一个物理天线, 而且该多个物理天线顺序排列, 两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等; 将待发送的信息解复用为多个流块; 向每个流块分别插入循环冗余校验; 根据相应的编码方案编码每个流块; 根据相应的调制方案调制每个流块; 解复用所述流块以产生多个码元集合, 其中将每个流块解复用为一个码元集合; 根据选择的码元映射方案将该多个码元集合映射到该多个天线端口中; 以及经由相应的天线端口发送该多个码元集合, 其中经由天线端口的子集发送每个码元集合, 在天线端口的每个子集内, 相应的天线端口的物理天线之间的距离大于该多个物理天线之间的平均距离。



1. 一种用于发送的方法,该方法包括步骤:

将待发送的信息解复用为多个流块;

向每个流块分别插入循环冗余校验;

根据相应的编码方案编码每个流块;

根据相应的调制方案调制每个流块;

解复用所述流块以产生多个码元集合,其中将每个流块解复用为一个码元集合;以及

经由多个天线端口发送该多个码元,其中每个天线端口连接到相应的物理天线,经由该多个天线端口的子集发送每个码元集合,而且具有较弱的信道估计的天线端口在多个天线端口子集之间均等地分配。

2. 如权利要求 1 所述的方法,包括,根据发送矩阵经由四个天线端口发送四个码元,其中从第一流块产生第一码元和第二码元,从第二流块产生第三码元和第四码元,且第一和第二天线端口具有比第三和第四天线端口更高的信道估计,经由第一天线端口发送第一码元,经由第三天线端口发送第二码元,经由第二天线端口发送第三码元,并经由第四天线端口发送第四码元。

3. 如权利要求 2 所述的方法,包括,第一天线端口、第二天线端口、第三天线端口、和第四天线端口分别连接到第一物理天线、第二物理天线、第三物理天线、和第四物理天线,而且第一至第四物理天线顺序排列,其中两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等。

4. 一种用于发送的方法,该方法包括步骤:

产生用于多个物理天线的多个参考信号,其中每个参考信号对应于一个物理天线;

经由根据选择的天线端口映射方案连接到该多个物理天线的多个天线端口发送该多个参考信号;

将待发送的数据调制为多个调制码元;

根据发送分集方案编码来自该多个码元当中的每对调制码元以得到多个 2 乘 2 矩阵,其中每个 2 乘 2 矩阵对应于每对调制码元;

产生包括该多个 2 乘 2 矩阵的发送矩阵,该发送矩阵由下式设立:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} & \cdots & T_{1,2M-1} & T_{1,2M} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} & \cdots & T_{2,2M-1} & T_{2,2M} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} & \cdots & T_{3,2M-1} & T_{3,2M} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} & \cdots & T_{4,2M-1} & T_{4,2M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ T_{2M-1,1} & T_{2M-1,2} & T_{2M-1,3} & T_{2M-1,4} & \cdots & T_{2M-1,2M-1} & T_{2M-1,2M} \\ T_{2M,1} & T_{2M,2} & T_{2M,3} & T_{2M,4} & \cdots & T_{2M,2M-1} & T_{2M,2M} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & S_{2M-1} & -S_{2M}^* \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & S_{2M} & S_{2M-1}^* \end{bmatrix}$$

其中 M 是 2×2 矩阵的总数量, S_1 至 S_{2M} 是该多个调制码元, T_{ij} 代表在第 i 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元; 以及

根据该发送矩阵经由该多个天线端口发送该发送矩阵中的多个调制码元。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其中将选择的天线端口映射方案设立为使得将第 $2 \times i$ 天线端口连接到第 $2 \times i + 1$ 物理天线, 并将第 $2 \times i + 1$ 天线端口连接到第 $2 \times i$ 物理天线, 其中 $i = 1, 2, \dots, M-1$, 而天线端口的总数是 $2 \times M$, 而且物理天线的总数是 $2 \times M$ 。

6. 如权利要求 4 所述的方法, 包括, 当有四个物理天线和四个天线端口时, 将待发送的数据调制为四个调制码元, 其中,

将选择的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线, 将第二天线端口映射到第三物理天线, 将第三天线端口映射到第二物理天线, 并将第四天线端口映射到第四物理天线, 其中该四个物理天线顺序排列, 两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等, 而且将发送矩阵设立为:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

其中 T_{ij} 代表在第 i 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元, S_1 、 S_2 、 S_3 、和 S_4 分别代表第一至第四码元。

7. 如权利要求 4 所述的方法, 包括, 当有四个物理天线和四个天线端口时, 将待发送的数据调制为四个调制码元, 交换发送矩阵中选择的一对行以产生新的发送矩阵, 其中,

将选择的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线, 将第二天线端口映射到第二物理天线, 将第三天线端口映射到第三物理天线, 并将第四天线端口映射到第四物理天线, 其中该四个物理天线顺序排列, 两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等, 而且将新的发送矩阵设立为:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

其中 T_{ij} 代表在第 i 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元, S_1 、 S_2 、 S_3 、和 S_4 分别代表第一至第四码元。

8. 一种用于发送的方法, 该方法包括步骤:

产生用于多个物理天线的多个参考信号,每个参考信号对应于一个物理天线;

经由根据选择的天线端口映射方案连接到该多个物理天线的多个天线端口发送该多个参考信号;

将待发送的信息解复用为多个流块;

向每个流块分别插入循环冗余校验;

根据相应的编码方案编码每个流块;

根据相应的调制方案调制每个流块;

解复用所述流块以产生多个码元集合,其中将每个流块解复用为一个码元集合;

根据选择的码元映射方案将该多个码元集合映射到该多个天线端口中;以及

经由相应的天线端口发送该多个码元集合,其中经由天线端口的子集发送每组码元,其中在天线端口的每个子集内,相应的物理天线之间的距离大于该多个物理天线之间的平均距离。

9. 如权利要求 8 所述的方法,包括,当经由四个天线端口发送两个流块时,

将选择的的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线,将第二天线端口映射到第三物理天线,将第三天线端口映射到第二物理天线,并将第四天线端口映射到第四物理天线,其中该四个物理天线顺序排列,两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等,以及

将选择的码元映射方案设立为使得将第一流块映射到第一和第二天线端口,并将第二流块映射到第三和第四天线端口。

10. 如权利要求 8 所述的方法,包括,当经由四个天线端口发送两个流块时,

将选择的的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线,将第二天线端口映射到第二物理天线,将第三天线端口映射到第三物理天线,并将第四天线端口映射到第四物理天线,其中该四个物理天线顺序排列,两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等,以及

将选择的码元映射方案设立为使得将第一流块映射到第一和第三天线端口,并将第二流块映射到第二和第四天线端口,以使得具有较弱的信道估计的第三和第四天线端口在第一和第二流块之间均等地分配。

11. 一种用于发送的方法,该方法包括步骤:

将待发送的信息解复用为多个流块;

向每个流块分别插入循环冗余校验;

根据相应的编码方案编码每个流块;

根据相应的调制方案调制每个流块以产生多个调制码元;

将该多个调制码元划分为多组调制码元;

从选择的空频率块码矩阵的六个置换版本当中选择矩阵的子集;

重复地将选择的矩阵集合应用于该多组调制码元以产生多个发送矩阵,其中每个矩阵对应于一组调制码元而且应用于相应的调制码元组当中的每对调制码元;以及

使用多个副载波经由四个发送天线发送该多个发送矩阵,其中每个发送矩阵使用两个副载波。

12. 如权利要求 11 所述的方法,包括,选择的空频率块码分集矩阵是空频率块码

相位切换分集 (SFBC-PSD) 矩阵, 而且将该六个置换版本表达为:

$$\begin{aligned}
 P_A &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, P_B = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, \\
 P_C &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, P_D = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, \\
 P_E &= \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, P_F = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix},
 \end{aligned}$$

其中 $S_1(i)$ 和 $S_2(i)$ 是两个实际的码元, $i = 1, 2, \dots, N$, N 是每个调制码元组中调制码元的数量, $g = \lceil k/2 \rceil$ 是两个副载波的组索引, k 是副载波索引, 而函数 $\theta_1(g)$ 和 $\theta_2(g)$ 是作为副载波组索引 g 的函数的两个伪随机相移向量。

13. 如权利要求 11 所述的方法, 包括, 选择的空频率块码分集矩阵是空频率块码循环延迟分集 (SFBC-CDD) 矩阵, 而且将该六个置换版本表达为:

$$\begin{aligned}
 C_A &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, C_B = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, \\
 C_C &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, C_D = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, \\
 C_E &= \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, C_F = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix},
 \end{aligned}$$

其中 $S_1(i)$ 和 $S_2(i)$ 是两个实际的码元, $i = 1, 2, \dots, N$, N 是每个调制码元组中调制码元的数量, k 是副载波索引, 而 θ_1 和 θ_2 是两个固定的相位角。

14. 一种用于发送的方法, 该方法包括步骤:

将待发送的信息解复用为多个流块;

向每个流块分别插入循环冗余校验;

根据相应的编码方案编码每个流块;

根据相应的调制方案调制每个流块以产生一对调制码元;

从选择的空频率块码矩阵的六个置换版本当中选择矩阵的子集；

通过将选择的矩阵集合应用于该对调制码元来重复地发送该对调制码元，其中每个矩阵在一个时隙中发送。

15. 如权利要求 14 所述的方法，包括，选择的空频率块码矩阵是空频率块码相位切换分集 (SFBC-PSD) 矩阵，而且将该 SFBC-PSD 矩阵的六个置换版本表达为：

$$P_A = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, P_B = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, P_C = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix},$$

$$P_D = \begin{bmatrix} S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, P_E = \begin{bmatrix} S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, P_F = \begin{bmatrix} S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix},$$

其中 S_1 和 S_2 是两个调制码元， $\mathbf{g} = \lceil \mathbf{k} / 2 \rceil$ 是两个副载波的组索引， k 是副载波索引，而函数 $\theta_1(g)$ 和 $\theta_2(g)$ 是作为副载波组索引 g 的函数的两个伪随机相移向量。

16. 如权利要求 14 所述的方法，包括，选择的空频率块码矩阵是空频率块码循环延迟分集 (SFBC-CDD) 矩阵，而且将该 SFBC-CDD 矩阵的六个置换版本表达为：

$$C_A = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, C_B = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, C_C = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix},$$

$$C_D = \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, C_E = \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, C_F = \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix},$$

其中 S_1 和 S_2 是两个调制码元， k 是副载波索引，而 θ_1 和 θ_2 是两个固定的相位角。

17. 一种发送器，包括：

第一解复用单元，将待发送的信息解复用为多个流块；

多个循环冗余校验插入单元，向相应的流块插入循环冗余校验；

多个编码单元，根据相应的编码方案编码相应的流块；

多个调制单元，根据相应的调制方案调制相应的流块；

多个第二解复用单元，解复用相应的流块以产生多个码元集合，其中将每个流块解复用为一个码元集合；以及

多个物理天线，与多个天线端口连接，用于发送该多个码元集合，其中经由天线端口的子集发送每个码元集合，而且具有较弱的信道估计的天线端口在多个天线端口子集之中均等地分配。

18. 一种发送器，包括：

参考信号产生器，产生用于多个物理天线的多个参考信号，其中每个参考信号对应于

一个物理天线；

天线端口映射单元，根据选择的天线端口映射方案将多个天线端口映射到多个物理天线，其中每个天线端口对应于一个物理天线；

第一解复用单元，将待发送的信息解复用为多个流块；

多个循环冗余校验插入单元，向相应的流块分别插入循环冗余校验；

多个编码单元，根据相应的编码方案编码相应的流块；

多个调制单元，根据相应的调制方案调制相应的流块；

多个第二解复用单元，解复用相应的流块以产生多个码元集合，其中将每个流块解复用为一个码元集合；以及

码元映射单元，根据选择的码元映射方案将该多个码元集合映射到该多个天线端口中，其中经由天线端口的子集发送每组码元，而且在天线端口的每个子集内，相应天线端口的物理天线之间的距离大于该多个物理天线之间的平均距离。

19. 如权利要求 18 所述的发送器，包括，当经由四个天线端口发送两个流块时，

将选择的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线，将第二天线端口映射到第三物理天线，将第三天线端口映射到第二物理天线，并将第四天线端口映射到第四物理天线，其中该四个物理天线顺序排列，两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等，以及

将选择的码元映射方案设立为使得将第一流块映射到第一和第二天线端口，并将第二流块映射到第三和第四天线端口。

20. 如权利要求 18 所述的发送器，包括，当经由四个天线端口发送两个流块时，

将选择的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线，将第二天线端口映射到第二物理天线，将第三天线端口映射到第三物理天线，并将第四天线端口映射到第四物理天线，其中该四个物理天线顺序排列，两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等，以及

将选择的码元映射方案设立为使得将第一流块映射到第一和第三天线端口，并将第二流块映射到第二和第四天线端口，以使得具有较弱的信道估计的第三和第四天线端口在第一和第二流块之间均等地分配。

21. 一种发送器，包括：

参考信号产生器，产生用于多个物理天线的多个参考信号，其中每个参考信号对应于一个物理天线；

天线端口映射单元，根据选择的天线端口映射方案将多个天线端口映射到多个物理天线，

调制单元，将待发送的数据调制为多个调制码元；以及

多个编码单元，根据发送分集方案编码来自多个码元当中的每对调制码元以得到多个 2 乘 2 矩阵，其中每个 2 乘 2 矩阵对应于每对调制码元，并根据由下式设立的发送矩阵经由该多个天线端口发送该多个调制码元：

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} & \cdots & T_{1,2M-1} & T_{1,2M} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} & \cdots & T_{2,2M-1} & T_{2,2M} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} & \cdots & T_{3,2M-1} & T_{3,2M} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} & \cdots & T_{4,2M-1} & T_{4,2M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ T_{2M-1,1} & T_{2M-1,2} & T_{2M-1,3} & T_{2M-1,4} & \cdots & T_{2M-1,2M-1} & T_{2M-1,2M} \\ T_{2M,1} & T_{2M,2} & T_{2M,3} & T_{2M,4} & \cdots & T_{2M,2M-1} & T_{2M,2M} \end{bmatrix} \\
 = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & S_{2M-1} & -S_{2M}^* \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & S_{2M} & S_{2M-1}^* \end{bmatrix}$$

其中M是2乘2矩阵的总数量, S_1 至 S_{2M} 是该多个调制码元, T_{ij} 代表在第i天线端口和第j副载波或第j时隙上发送的码元。

22. 如权利要求21所述的发送器,包括,当经由四个天线端口发送四个调制码元时,

将选择的端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线,将第二天线端口映射到第三物理天线,将第三天线端口映射到第二物理天线,并将第四天线端口映射到第四物理天线,其中该四个物理天线顺序排列,两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等,而且

将发送矩阵设立为:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

其中 T_{ij} 代表在第i天线端口和第j副载波或第j时隙上发送的码元, S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4 分别代表第一至第四码元。

23. 如权利要求21所述的方法,包括,当经由四个天线端口发送四个调制码元时,

将选择的端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线,将第二天线端口映射到第二物理天线,将第三天线端口映射到第三物理天线,并将第四天线端口映射到第四物理天线,其中该四个物理天线顺序排列,两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等,并交换发送矩阵的选择的一对行,将得到的新的发送矩阵设立为:

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

其中 T_{ij} 代表在第i天线端口和第j副载波或第j时隙上发送的码元, S_1 、 S_2 、 S_3 和 S_4

分别代表第一至第四码元。

24. 一种发送器,包括:

解复用单元,将待发送的信息解复用为多个流块;

多个循环冗余校验插入单元,向相应的流块分别插入循环冗余校验;

多个编码单元,根据相应的编码方案编码相应的流块;

多个调制单元,根据相应的调制方案调制相应的流块以产生多个调制码元;

划分单元,将该多个调制码元划分为多组调制码元;

选择单元,从选择的空频率块码分集矩阵的六个置换版本当中选择矩阵的子集;

发送矩阵产生单元,重复地将选择的矩阵集合应用于该多组调制码元以产生多个发送矩阵,其中每个矩阵对应于一组调制码元而且每个矩阵应用于相应的调制码元组当中的每对调制码元;以及

四个发送天线,使用多个副载波发送该多个发送矩阵,其中每个发送矩阵使用两个副载波。

25. 如权利要求 24 所述的发送器,包括,选择的空频率块码分集矩阵是空频率块码相位切换分集 (SFBC-PSD) 矩阵,而且将该六个置换版本表达为:

$$\begin{aligned}
 P_A &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, P_B = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, \\
 P_C &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, P_D = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, \\
 P_E &= \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, P_F = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix},
 \end{aligned}$$

其中 $S_1(i)$ 和 $S_2(i)$ 是两个实际的码元, $i = 1, 2, \dots, N$, N 是每个调制码元组中调制码元的数量, $\mathbf{g} = \lceil \mathbf{k} / 2 \rceil$ 是两个副载波的组索引, k 是副载波索引,而函数 $\theta_1(g)$ 和 $\theta_2(g)$ 是作为副载波组索引 g 的函数的两个伪随机相移向量。

26. 如权利要求 24 所述的发送器,包括,选择的空频率块码分集矩阵是空频率块码循环延迟分集 (SFBC-CDD) 矩阵,而且将该六个置换版本表达为:

$$C_A = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, C_B = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix},$$

$$C_C = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, C_D = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix},$$

$$C_E = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, C_F = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix},$$

其中 $S_1(i)$ 和 $S_2(i)$ 是两个实际的码元, $i = 1, 2, \dots, N$, N 是每个调制码元组中调制码元的数量, k 是副载波索引, 而 θ_1 和 θ_2 是两个固定的相位角。

27. 一种发送器, 包括:

解复用单元, 将待发送的信息解复用为多个流块;

多个循环冗余校验插入单元, 向相应的流块分别插入循环冗余校验;

多个编码单元, 根据相应的编码方案编码相应的流块;

多个调制单元, 根据相应的调制方案调制相应的流块以产生一对调制码元;

选择单元, 从选择的空频率块码矩阵的六个置换版本当中选择矩阵的子集; 以及

四个发送天线, 通过将选择的矩阵集合应用于该对调制码元来重复地发送该对调制码元, 其中每个矩阵在一个时隙中发送。

28. 如权利要求 27 所述的发送器, 包括, 选择的空频率块码矩阵是空频率块码相位切换分集 (SFBC-PSD) 矩阵, 而且将该六个置换版本表达为:

$$P_A = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*e^{j\theta_1(g)} \\ S_2e^{j\theta_2(g)} & S_1^*e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, P_B = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 & S_1^* \\ S_2e^{j\theta_2(g)} & S_1^*e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, P_C = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*e^{j\theta_1(g)} \\ S_2e^{j\theta_2(g)} & S_1^*e^{j\theta_2(g)} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix},$$

$$P_D = \begin{bmatrix} S_1e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*e^{j\theta_1(g)} \\ S_2e^{j\theta_2(g)} & S_1^*e^{j\theta_2(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, P_E = \begin{bmatrix} S_1e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*e^{j\theta_1(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2e^{j\theta_2(g)} & S_1^*e^{j\theta_2(g)} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, P_F = \begin{bmatrix} S_1e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*e^{j\theta_1(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_2e^{j\theta_2(g)} & S_1^*e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix},$$

其中 S_1 和 S_2 是两个调制码元, $g = \lceil k/2 \rceil$ 是两个副载波的组索引, k 是副载波索引, 而函数 $\theta_1(g)$ 和 $\theta_2(g)$ 是作为副载波组索引 g 的函数的两个伪随机相移向量。

29. 如权利要求 27 所述的发送器, 包括, 选择的空频率块码矩阵是空频率块码循环延迟分集 (SFBC-CDD) 矩阵, 而且将该六个置换版本表达为:

$$C_A = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1e^{jk\theta_1} & -S_2^*e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2e^{jk\theta_2} & S_1^*e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, C_B = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1e^{jk\theta_1} & -S_2^*e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 & S_1^* \\ S_2e^{jk\theta_2} & S_1^*e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, C_C = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1e^{jk\theta_1} & -S_2^*e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2e^{jk\theta_2} & S_1^*e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix},$$

$$C_D = \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, C_E = \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, C_F = \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix},$$

其中 S_1 和 S_2 是两个调制码元, k 是副载波索引, 而 θ_1 和 θ_2 是两个固定的相位角。

多输入多输出无线通信系统中的天线映射

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在通信系统中发送数据的方法,而且更具体地,涉及用于在通信系统中通过映射天线来发送信息的过程和电路。

背景技术

[0002] 典型的蜂窝无线系统包括多个固定的基站和多个移动站。每个基站覆盖被定义为小区的地理区域。

[0003] 典型地,由于位于基站和移动站之间的自然或人造物体而在基站和移动站之间存在非视线 (NLOS) 无线传播路径。结果,无线电波在传播的同时经历反射、衍射、和散射。沿下行链路方向到达移动站的天线处、或沿上行链路方向到达基站的天线处的无线电波由于因反射、延伸、散射、和错相重组产生的单独的波的不同相位而经历相长性或相消性相加。这是由于这样的事实,在当前蜂窝无线通信中典型地使用的高载波频率处,差别传播延迟的微小改变带来单独的波的相位的巨大变化。如果移动站正在移动或者散射环境有改变,则复合的接收信号的幅度和相位的空间变化将显示为可归于多径接收的被称为瑞利衰落或快速衰落的时间变化。无线信道的时变属性需要非常高的信噪比 (SNR) 以便提供期望的位错误或分组错误可靠性。

[0004] 分集的方案被广泛用于通过向接收器提供同一信息承载信号的多个衰落副本来对抗快速衰落的效应。

[0005] 分集的方案一般分成以下类别:空间、角度、极化、场、频率、时间、和多径分集。可以利用多个发送或接收天线来实现空间分集。选择多个天线之间的空间间隔以使得分集分支(即,从多个天线发送的信号)以很小的相关性或无相关地经历衰落。作为空间分集的一种类型,发送分集使用多个发送天线以向接收器提供同一信号的多个无相关的副本。发送分集方案可以进一步分为开环发送分集和闭环发送分集方案。开环发送分集方法中,不需要来自接收器的反馈。一种类型的闭环发送分集中,接收器知晓发送天线的配置,计算应当在发送器天线处应用的相位和幅度调整以便将在接收器处接收的信号功率最大化。被称为选择发送分集 (STD) 的闭环发送分集的另一种配置中,接收器向发送器提供关于哪一(哪些)天线将用于发送的反馈信息。

[0006] 开环发送分集方案的一个示例是 Alamouti 2×1 空间-时间分集方案。Alamouti 2×1 空间-时间分集方案设想使用两个时隙(即,空间时间块码 (STBC) 发送分集)或者两个频率副载波(即,空间频率块码 (SFBC) 发送分集)利用两个发送天线发送 Alamouti 2×2 块码。

[0007] Alamouti 2×1 空间-时间分集方案的一个限制在于,该方案仅可以应用于两个发送天线。为了利用四个发送天线发送数据,将频率切换发送分集 (FSTD) 或时间切换发送分集 (TSTD) 与块码组合。

[0008] 组合的 SFBC+FSTD 方案和 STBC+TSTD 方案的问题在于,全部的发送天线乃至功率放大器容量的仅仅一部分被用于给定的频率或时间资源中的发送。这由上面给出的

SFBC+FSTD 和 STBC+TSTD 矩阵中的 ‘0’ 元素指示。当矩阵中的非零元素上的发送功率增加时,对相邻小区产生突发性 (bursty) 干扰而恶化系统性能。通常,当跳频样式的某些相位比其他相位导致更多的干扰时突发性干扰出现。

[0009] 第三代伙伴计划长期演进 (3GPP LTE) 系统中,用于四个发送天线的下行链路参考信号映射确定第三天线端口和第四天线端口上的发送密度是第一天线端口和第二天线端口上的密度的一半。这导致第三和第四天线端口上的较弱的信道估计。

[0010] 另外,天线相关性依赖于角扩展度 (angular spread) 和天线间距以及其他因素。一般,对于给定的角扩展度,天线间距越大,天线之间的相关性越小。四发送天线 3GPP LTE 系统中,四个天线通常顺序排列,其中两个紧接的天线之间的间距均等。因而,第一天线与第二天线之间的相关性大于第一天线与第三天线之间的相关性。类似地,第三天线与第四天线之间的相关性大于第二天线与第四天线之间的相关性。因为天线之间的较小的相关性意味着较高的能够实现的分集,这种天线配置可能导致对于经由第一和第二天线发送的码元、以及对于经由第三和第四天线发送的码元的发送分集性能下降。

发明内容

[0011] 因而本发明的一个目的是提供用于发送信息的改进方法和改进装置。

[0012] 本发明的另一个目的是提供用于发送信息的改进方法和改进装置以便改善传输性能并提高系统吞吐量。

[0013] 本发明的另一个目的是提供用于发送信息的改进方法和改进装置以便改善传输分集性能。

[0014] 根据本发明的一个方面,可以提供一种方法和装置,包括:将待发送的信息解复用为多个流块;向每个流块分别插入循环冗余校验;根据相应的编码方案编码每个流块;根据相应的调制方案调制每个流块;解复用所述流块以产生多个码元集合,其中将每个流块解复用为一个码元集合;以及经由多个天线端口发送该多个码元,其中经由该多个天线端口的子集发送每个码元集合,而且具有较弱的信道估计的天线端口在多个天线端口子集之间均等地分配。

[0015] 当根据其中从第一流块产生第一码元和第二码元、从第二流块产生第三码元和第四码元、且第一和第二天线端口具有比第三和第四天线端口更高的信道估计的发送矩阵经由四个天线端口发送四个码元时,可以将发送矩阵表达为:

$$[0016] \quad \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0017] 其中 T_{ij} 代表在第 i 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元, S_1 、 S_2 、 S_3 、和 S_4 分别代表第一至第四码元。

[0018] 根据本发明的另一个方面,可以提供一种方法和装置,包括:产生用于四个天线端口的四个参考信号,其中每个参考信号对应于一个天线端口;根据选择的天线端口映射方案将该四个天线端口映射到四个物理天线,其中每个天线端口对应于一个物理天线,而且该四个物理天线顺序排列,其中两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等,而且第三和第

四天线端口的信道估计比第一和第二天线端口的信道估计更弱；将待发送的信息解复用为包括第一流块和第二流块的两个流块；向该两个流块中的每一个分别插入循环冗余校验；根据相应的编码方案编码该两个流块中的每一个；根据相应的调制方案调制该两个流块中的每一个；将第一流块解复用为第一码元和第二码元，并将第二流块解复用为第三码元和第四码元；以及根据选择的发送矩阵经由该四个天线端口发送该四个码元。

[0019] 可以将选择的的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线，将第二天线端口映射到第三物理天线，将第三天线端口映射到第二物理天线，并将第四天线端口映射到第四物理天线。该情况下，可以将发送矩阵设立为：

$$[0020] \quad \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0021] 其中 T_{ij} 代表在第 i 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元， S_1 、 S_2 、 S_3 、和 S_4 分别代表第一至第四码元。

[0022] 作为另外的选择，可以将选择的的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线，将第二天线端口映射到第二物理天线，将第三天线端口映射到第三物理天线，并将第四天线端口映射到第四物理天线。该情况下，可以将发送矩阵设立为：

$$[0023] \quad \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0024] 其中 T_{ij} 代表在第 i 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元， S_1 、 S_2 、 S_3 、和 S_4 分别代表第一至第四码元。

[0025] 根据本发明的另一个方面，可以提供一种方法和装置，包括：产生用于多个天线端口的多个参考信号，每个参考信号对应于一个天线端口；根据选择的的天线端口映射方案将该多个天线端口映射到多个物理天线，每个天线端口对应于一个物理天线，而且该多个物理天线顺序排列，两个紧接邻近的物理天线之间的间距均等；将待发送的信息解复用为多个流块；向每个流块分别插入循环冗余校验；根据相应的编码方案编码每个流块；根据相应的调制方案调制每个流块；解复用所述流块以产生多个码元集合，其中将每个流块解复用为一个码元集合；根据选择的码元映射方案将该多个码元集合映射到该多个天线端口中；以及经由相应的天线端口发送该多个码元集合，其中经由天线端口的子集发送每组码元，其中在天线端口的每个子集内，相应的天线端口的物理天线之间的距离大于该多个物理天线之间的平均距离。

[0026] 当经由四个天线端口发送两个流块时，可以将选择的的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线，将第二天线端口映射到第三物理天线，将第三天线端口映射到第二物理天线，并将第四天线端口映射到第四物理天线。该情况下，可以将选择的码元映射方案设立为使得将第一流块映射到第一和第二天线端口，并将第二流块映射到第三和第四天线端口。

[0027] 作为另外的选择,当经由四个天线端口发送两个流块时,可以将选择的天线端口映射方案设立为使得将第一天线端口映射到第一物理天线,将第二天线端口映射到第二物理天线,将第三天线端口映射到第三物理天线,并将第四天线端口映射到第四物理天线。该情况下,可以将选择的码元映射方案设立为使得将第一流块映射到第一和第三天线端口,并将第二流块映射到第二和第四天线端口,以使得具有较弱的信道估计的第三和第四天线端口在第一和第二流块之间均等地分配。

[0028] 根据本发明的另一个方面,可以提供一种方法和装置,包括:将待发送的信息解复用为多个流块;向每个流块分别插入循环冗余校验;根据相应的编码方案编码每个流块;根据相应的调制方案调制每个流块以产生多个调制码元;将该多个调制码元划分为多组调制码元;从选择的空频率块码矩阵的六个置换版本当中选择矩阵的子集;重复地将选择的矩阵集合应用于该多组调制码元以产生多个发送矩阵,其中每个矩阵对应于一组调制码元,而且每个矩阵应用于相应的调制码元组中的每对调制码元;以及使用多个副载波经由四个天线端口发送该多个发送矩阵,其中每个发送矩阵使用两个副载波。

[0029] 选择的空频率块码分集矩阵可以是空频率块码相位切换分集(SFBC-PSD)矩阵,而且可以将该六个置换版本表达为:

$$\begin{aligned}
 [0030] \quad P_A &= \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, & P_B &= \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, \\
 P_C &= \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, \\
 [0031] \quad P_D &= \begin{bmatrix} S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, & P_E &= \begin{bmatrix} S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, \\
 P_F &= \begin{bmatrix} S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix},
 \end{aligned}$$

[0032] 其中 S_1 和 S_2 是两个调制码元, $\mathbf{g} = \lceil \mathbf{k} / 2 \rceil$ 是两个副载波的组索引, $\mathbf{k}$ 是副载波索引,而函数 $\theta_1(g)$ 和 $\theta_2(g)$ 是作为副载波组索引 g 的函数的两个伪随机相移向量。

[0033] 作为另外的选择,选择的空频率块码分集矩阵可以是空频率块码循环延迟分集(SFBC-CDD)矩阵,而且可以将该六个置换版本表达为:

$$\begin{aligned}
[0034] \quad C_A &= \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, & C_B &= \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, \\
C_C &= \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, & C_D &= \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, \\
[0035] \quad C_E &= \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix}, & C_F &= \begin{bmatrix} S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix},
\end{aligned}$$

[0036] 其中 S_1 和 S_2 是两个调制码元, k 是副载波索引, 而 θ_1 和 θ_2 是两个固定的相位角。

[0037] 根据本发明的另一个方面, 可以提供一种方法和装置, 包括: 将待发送的信息解复用为多个流块; 向每个流块分别插入循环冗余校验; 根据相应的编码方案编码每个流块; 根据相应的调制方案调制每个流块以产生一对调制码元; 从选择的空时频率块码矩阵的六个置换版本当中选择矩阵的子集; 通过将选择的矩阵集合应用于该对调制码元来重复地发送该对码元, 其中每个矩阵在一个时隙中发送。

附图说明

[0038] 通过结合其中类似的引用符号指示相同或类似的组件的附图参照以下详细说明, 将更全面地理解本发明以及其许多附带的优点, 其中:

[0039] 图 1 示出正交频分复用 (OFDM) 收发器链;

[0040] 图 2 是用于两个发送天线的空时频率块码发送分集方案的图示;

[0041] 图 3 是用于两个发送天线的另一个空时频率块码发送分集方案的图示;

[0042] 图 4 是当前第 3 代伙伴计划长期演进系统中下行链路参考信号的映射的图示;

[0043] 图 5 示出发送天线的配置;

[0044] 图 6 是多输入多输出 (MIMO) 收发器链的图示;

[0045] 图 7 示出单码字 MIMO 发送方案;

[0046] 图 8 示出多码字 MIMO 发送方案;

[0047] 图 9 示出根据本发明的原理的第一实施例的多码字 MIMO 发送方案;

[0048] 图 10 示出根据本发明的原理的第二实施例的四个发送天线情况下的参考码元映射方案;

[0049] 图 11 示出根据本发明的原理的第三实施例的多码字 MIMO 映射方案;

[0050] 图 12 示出根据本发明的原理的第四实施例的四个发送天线情况下的参考码元映射方案 ; 以及

[0051] 图 13 示出根据本发明的原理的第五实施例的多码字 MIMO 映射方案。

具体实施方式

[0052] 图 1 示出正交频分复用 (OFDM) 收发器链。使用 OFDM 技术的通信系统中, 在发送器链 110 处, 控制信号或数据 111 由调制器 112 调制, 并由串 / 并 (S/P) 转换器 113 进行串 - 并转换。使用快速傅立叶逆变换 (IFFT) 单元 114 将信号从频率域变换到时间域。由循环前缀 (CP) 插入单元 116 将 CP 或零前缀 (ZP) 添加到每个 OFDM 码元以避免或缓解由多径衰落造成的影响。结果, 信号由诸如天线 (未示出) 的发送器 (Tx) 前端处理单元 117 发送, 或者作为另外的选择, 由固定线路或线缆发送。在接收器链 120 处, 假定实现了完美的时间和频率同步, 接收 (Rx) 前端处理单元 121 接收的信号由 CP 去除单元 122 处理。快速傅立叶变换 (FFT) 单元 124 将接收的信号从时间域变换到频率域用于进一步处理。

[0053] 将 OFDM 系统中的总带宽划分为被称为副载波的窄带频率单元。副载波的数量等于系统中使用的 FFT/IFFT 尺寸 N。一般, 用于数据的副载波的数量小于 N, 因为将处于频率谱的边缘的某些副载波保留为保护 (guard) 副载波。一般, 不在保护副载波上发送信息。

[0054] 分集的方案被广泛用于通过向接收器提供同一信息承载信号的多个衰落副本来对抗快速衰落的效应。

[0055] 开环发送分集方案的一个示例是图 2 中所示的 Alamouti 2×1 空间 - 时间频率块码 (SFBC) 发送分集方案。该方法中, 在任何码元时段 (即时间段) 期间, 发送器经由两个发送天线向接收器发送两个数据码元。如图 2 中所示, 在第一码元间隔 t_1 期间, 经由天线 ANT 1 和 ANT 2 分别发送码元 S_1 和 S_2 。在下一码元时段 t_2 期间, 经由天线 ANT 1 和 ANT 2 分别发送码元 $-S_2^*$ 和 S_1^* , 其中 x^* 代表 x 的复共轭。在接收信号之后, 接收器执行多个过程以恢复原始码元 S_1 和 S_2 。注意到, 接收器处的处理需要分别用于 ANT 1 和 ANT 2 的瞬时信道增益 g_1 和 g_2 。因而, 发送器需要经由天线 ANT 1 和 ANT 2 二者发送单独的导频码元用于接收器处的信道增益估计。由 Alamouti 编码实现的分集增益与最大比率组合 (MRC) 中实现的相同。

[0056] 2×1 Alamouti 方案也可以在图 3 中所示的空间 - 频率块码 (SFBC) 发送分集方案中实现。如图 3 中所示, 在正交频分复用 (OFDM) 系统中具有频率 f_1 的第一副载波上经由天线 ANT 1 和 ANT 2 向接收器分别发送码元 S_1 和 S_2 , 在具有频率 f_2 的第二副载波上经由天线 ANT 1 和 ANT 2 分别发送码元 $-S_2^*$ 和 S_1^* 。因而, 可以将从天线 ANT 1 和 ANT 2 发送的码元的矩阵写为:

[0057] [数学式 1]

$$[0058] \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix} \quad (1)$$

[0059] 在接收器处在具有频率 f_1 的副载波上接收的信号是 r_1 , 而在接收器处在具有频率 f_2 的副载波上接收的信号是 r_2 。可以将 r_1 和 r_2 写为:

[0060] [数学式 2]

$$[0061] r_1 = h_1 S_1 + h_2 S_2 + n_1$$

[0062] (2)

$$[0063] \quad r_2 = -h_1 S_2^* + h_2 S_1^* + n_2$$

[0064] 其中 h_1 和 h_2 分别是来自 ANT 1 和 ANT 2 的信道增益。我们还假定,来自给定天线的信道在具有频率 f_1 的副载波与具有频率 f_2 的副载波之间不改变。接收器对接收的信号执行均衡 (equalization) 并组合两个接收信号 (r_1 和 r_2) 以恢复码元 S_1 和 S_2 。可以将恢复的码元 $\hat{S}_1$ 和 $\hat{S}_2$ 写为:

[0065] [数学式 3]

$$[0066] \quad \hat{S}_1 = h_1^* r_1 + h_2^* r_2^*$$

$$[0067] \quad = h_1^* (h_1 S_1 + h_2 S_2 + n_1) + h_2^* (-h_1 S_2^* + h_2 S_1^* + n_2)^*$$

$$[0068] \quad = (|h_1|^2 + |h_2|^2) S_1 + h_1^* n_1 + h_2^* n_2^* \quad (3)$$

$$[0069] \quad \hat{S}_2 = h_2^* r_1 + h_1^* r_2^*$$

$$[0070] \quad = h_2^* (h_1 S_1 + h_2 S_2 + n_1) + h_1^* (-h_1 S_2^* + h_2 S_1^* + n_2)^*$$

$$[0071] \quad = (|h_1|^2 + |h_2|^2) S_2 + h_2^* n_1 + h_1^* n_2^*$$

[0072] 可以看出,发送的码元 $\hat{S}_1$ 和 $\hat{S}_2$ 二者均实现完全的空间分集,即,发送的码元 $\hat{S}_1$ 和 $\hat{S}_2$ 中的每一个均完全地去除了来自另一个的干扰。

[0073] 对于四个发送天线的情况,正交的完全分集块码不可用。下面给出也被称为 ABBA 码的半正交块码的示例:

[0074] [数学式 4]

$$[0075] \quad \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ B & A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & S_3 & -S_4^* \\ S_2 & S_1^* & S_4 & S_3^* \\ S_3 & -S_4^* & S_1 & -S_2^* \\ S_4 & S_3^* & S_2 & S_1^* \end{bmatrix} \quad (4)$$

[0076] 其中 T_{ij} 代表在第 i 天线和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元 (对于四个发送天线的情况, $i = 1, 2, 3, 4$, $j = 1, 2, 3, 4$)。A 和 B 是下面给出的块码。

[0077] [数学式 5]

$$[0078] \quad A = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$[0079] \quad B = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_3 & -S_4^* \\ S_4 & S_3^* \end{bmatrix}$$

[0080] 半正交块码的问题在于,正交性的损失可能导致码元间干扰,从而降低系统性能和吞吐量。

[0081] 用于四个发送天线的正交块码的另一个示例是带有平衡频率交换发送分集 (FSTD) 的 SFBC。可以将码结构表达为:

[0082] [数学式 6]

$$[0083] \quad \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & A \\ -B & B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* & S_2 & S_1^* \\ -S_3 & S_4^* & S_3 & -S_4^* \\ -S_4 & -S_3^* & S_4 & S_3^* \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0084] 现有技术中的用于四个发送天线发送分集的其他方法将频率交换发送分集 (FSTD) 或时间交换发送分集 (TSTD) 与块码组合。在组合的 SFBC+FSTD 方案或 STBC+TSTD 方案的情况下, 给出从四个发送天线发送的码元的矩阵为:

[0085] [数学式 7]

$$[0086] \quad \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix} \quad (7)$$

[0087] 可以将用于检测信号 S_1 、 S_2 、 S_3 、和 S_4 的接收器算法表达为:

[0088] [数学式 8]

[0089]

$$\hat{S}_1 = \frac{1}{2} \{h_1^*(r_1 + r_3) + h_2^*(r_2^* + r_4^*)\} \quad (8)$$

[0090] [数学式 9]

[0091]

$$\hat{S}_2 = \frac{1}{2} \{h_2^*(r_1 + r_3) - h_1^*(r_2^* + r_4^*)\} \quad (9)$$

[0092] [数学式 10]

[0093]

$$\hat{S}_3 = \frac{1}{2} \{h_3^*(r_3 - r_1) + h_4^*(r_4^* - r_2^*)\} \quad (10)$$

[0094] [数学式 11]

[0095]

$$\hat{S}_4 = \frac{1}{2} \{h_4^*(r_3 - r_1) - h_3^*(r_4^* - r_2^*)\} \quad (11)$$

[0096] 其中 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别是来自 ANT 1、ANT 2、ANT 3、和 ANT 4 的信道增益; r_1 、 r_2 、 r_3 、和 r_4 分别是副载波 1、2、3、和 4 的接收信号。可以如下表达 r_1 、 r_2 、 r_3 、和 r_4 。

[0097] [数学式 12]

$$[0098] \quad r_1 = h_1 S_1 + h_2 S_2 - h_3 S_3 - h_4 S_4 \quad (12)$$

[0099] [数学式 13]

$$[0100] \quad r_2 = h_2 S_1^* - h_1 S_2^* - h_4 S_3^* + h_3 S_4^* \quad (13)$$

[0101] [数学式 14]

$$[0102] \quad r_3 = h_1 S_1^* + h_1 S_2^* + h_3 S_3^* + h_4 S_4^* \quad (14)$$

[0103] [数学式 15]

[0104]

$$r_4 = h_2 S_1^* - h_1 S_2^* + h_4 S_3^* - h_3 S_4^* \quad (15)$$

[0105] 组合的 SFBC+FSTD 方案或 STBC+TSTD 方案的问题在于,全部的发送天线乃至功率放大器(PA)容量的仅仅一部分被用于给定的频率或时间资源中的发送。这由上面给出的 SFBC+FSTD 和 STBC+TSTD 矩阵中的‘0’元素指示。当矩阵中的非零元素上的发送功率增加时,对相邻小区产生突发性干扰而恶化系统性能。

[0106] 图 4 中示出 3GPP LTE(第三代伙伴计划长期演进)系统中用于四个发送天线的下行链路参考信号映射。符号 R_p 用于表示用于天线端口 p 上的参考信号发送的资源元素。不难注意到,天线端口 2 和 3 上的密度是天线端口 0 和 1 上的密度的一半。这导致天线端口 2 和 3 上的信道估计相对于天线端口 0 和 1 上的信道估计较弱。

[0107] 在用于四个发送天线的组合的 SFBC+FSTD 方案或 STBC+TSTD 方案的情况下,从天线端口 0 和 1 发送码元 S_1 和 S_2 ,同时从天线端口 2 和 3 发送码元 S_3 和 S_4 。给出接收的码元估计为:

[0108] [数学式 16]

$$[0109] \quad \hat{S}_1 = h_1^* r_1 + h_2^* r_2^*$$

$$[0110] \quad = (|h_1|^2 + |h_2|^2) S_1 + h_1^* n_1 + h_2^* n_2^*$$

$$[0111] \quad \hat{S}_2 = h_2^* r_1 + h_1^* r_2^*$$

$$[0112] \quad = (|h_1|^2 + |h_2|^2) S_2 + h_2^* n_1 + h_1^* n_2^* \quad (16)$$

$$[0113] \quad \hat{S}_3 = h_3^* r_3 + h_4^* r_4^*$$

$$[0114] \quad = (|h_3|^2 + |h_4|^2) S_3 + h_3^* n_3 + h_4^* n_4^*$$

$$[0115] \quad \hat{S}_4 = h_4^* r_3 + h_3^* r_4^*$$

$$[0116] \quad = (|h_3|^2 + |h_4|^2) S_4 + h_4^* n_3 + h_3^* n_4^*$$

[0117] 其中 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别表示来自天线端口 0、1、2、和 3 的信道增益; r_1 、 r_2 、 r_3 、和 r_4 是在 SFBC+FSTD 的情况下分别用于副载波 1、2、3、和 4、或者在 STBC+TSTD 的情况下分别用于时隙 1、2、3、和 4 的接收信号。可以看出,从天线端口 0 和 1 发送的码元 S_1 和 S_2 得益于比从天线端口 2 和 3 发送的码元 S_3 和 S_4 更可靠的信道估计。这是因为在天线端口 0 和 1 上参考信号密度是相对于天线端口 2 和 3 的两倍高,如图 4 中所示。这导致码元 S_3 和 S_4 上的性能下降,从而影响系统吞吐量。

[0118] 天线相关性依赖于角扩展度和天线间距以及其他因素。一般,对于给定的角扩展度,天线间距越大,天线之间的相关性越小。图 5 中示出用于四个发送天线的情况的天线间距。四个发送天线顺序排列成一行,相邻的天线之间的距离为 λ 。可以看出,天线端口 ANTP0 与 ANTP1 之间的相关性大于天线端口 ANTP0 与 ANTP2 之间的相关性。类似地,天线端口 ANTP2 与 ANTP3 之间的相关性大于天线端口 ANTP1 与 ANTP3 之间的相关性。

[0119] 假定经由图 5 中所示的天线发送来自组合的 SFBC+FSTD 方案或 STBC+TSTD 方案的码元,可以将码元表达为:

[0120] [数学式 17]

[0121]

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix} \quad (17)$$

[0122] 其中 T_{ij} 代表在第 i 天线和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元, 而且对于四个发送天线的情况, $i = 1, 2, 3, 4$, $j = 1, 2, 3, 4$ 。从而, 经由 ANTP0 和 ANTP1 发送码元 S_1 和 S_2 , 同时经由 ANTP2 和 ANTP3 发送码元 S_3 和 S_4 。这导致码元 S_1 和 S_2 的发送分集性能下降, 因为 ANTP0 与 ANTP1 之间的相关性与 ANTP0 与 ANTP2 之间的相关性、或 ANTP1 与 ANTP3 之间的相关性相比更高。类似地, 码元 S_3 和 S_4 也可能经历发送分集性能下降, 因为 ANTP2 和 ANTP3 具有与 ANTP0 与 ANTP2 之间的相关性、或 ANTP1 与 ANTP3 之间的相关性相比更高的相关性。

[0123] 用于四个发送天线的发送分集方案的另一种方法被称为 SFBC- 相位切换分集 (SFBC-PSD), 其中利用下式给出发送空间 - 频率码结构:

[0124] [数学式 18]

$$\begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1 e^{j\theta_1(g)} & -S_2^* e^{j\theta_1(g)} \\ S_2 e^{j\theta_2(g)} & S_1^* e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix} \quad (18)$$

[0126] 其中 $\mathbf{g} = \lceil \mathbf{k} / 2 \rceil$ 是两个副载波的组索引, 而 $\mathbf{k}$ 是副载波索引。函数 $\theta_1(g)$ 和 $\theta_2(g)$ 是作为副载波组索引 g 的函数的两个伪随机相移向量, 而且它们在节点 B (即, 基站) 和全部用户设备 (UE) 处已知。

[0127] 用于四个发送天线的发送分集方案的另一种方法被称为 SFBC- 循环延迟分集 (SFBC-CDD) 矩阵, 其中利用下式给出发送空间 - 频率码结构:

[0128] [数学式 19]

$$\begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* \\ S_2 & S_1^* \\ S_1 e^{jk\theta_1} & -S_2^* e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2 e^{jk\theta_2} & S_1^* e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix} \quad (19)$$

[0130] 其中 k 是副载波索引, 而 θ_1 和 θ_2 是两个固定的相位角。注意到, 该情况下, 不存在简单的正交检测算法, 而且需要最大似然 (ML) 接收器、或最小均方误差 (MMSE) 接收器、或其他高级接收器来捕获分集。

[0131] 多输入多输出 (MIMO) 方案使用多个发送天线和多个接收天线来改善无线通信信道的容量和可靠性。MIMO 系统保证 K 倍的容量线性增长, 其中 K 是发送天线数量 (M) 和接收天线数量 (N) 的最小值, 即, $K = \min(M, N)$ 。图 6 中示出 4×4 MIMO 系统的简化示例。该示例中, 从四个发送天线单独地发送四个不同的数据流。在四个接收天线处接收发送的信号。对接收信号执行某种形式的空间信号处理以恢复四个数据流。空间信号处理的一个示例是垂直贝尔实验室分层空间 - 时间 (V-BLAST), 其使用相继 (successive) 干扰相消原理

来恢复发送的数据流。MIMO 的其他变体包括执行遍及发送天线的某种空间-时间编码的方案（例如，对角贝尔实验室分层）、以及诸如空分多址（SDMA）的波束形成方案。

[0132] MIMO 信道估计包括估计用于从每个发送天线到每个接收天线的链路的信道增益和相位信息。因而， $M \times N$ MIMO 系统的信道包括 $N \times M$ 矩阵：

[0133] [数学式 20]

[0134]

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1M} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2M} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ h_{N1} & h_{N2} & \cdots & h_{NM} \end{bmatrix} \quad (20)$$

[0135] 其中 h_{ij} 代表从发送天线 j 到接收天线 i 的信道增益。为了使得能够估计 MIMO 信道矩阵的元素，从每个发送天线发送单独的导频。

[0136] 图 7 中给出单码字 MIMO 方案的示例。在单码字 MIMO 发送的情况下，向单个信息块添加循环冗余校验（CRC），并接着执行编码（例如，利用 turbo 码和低密度奇偶校验（LDPC）码）和调制（例如，通过正交相移键控（QPSK）调制方案）。接着将经编码和调制的码元解复用用于通过多个天线发送。

[0137] 在图 8 中所示的多码字 MIMO 发送的情况下，将信息块解复用为较小的信息块。向这些较小的信息块附加单独的 CRC，并接着对这些较小的块执行单独的编码和调制。在调制之后，将这些较小的信息块分别解复用为更加小的块，并接着通过相应的天线发送。应当注意，在多码字 MIMO 发送的情况下，可以在每个单独的流上使用不同的调制和编码，从而导致所谓的每天线速率控制（PARC）方案。而且，多码字发送允许更高效率的解码后干扰消除，因为可以在从总信号中消除每个码字之前对该码字执行 CRC 校验。通过这样，仅消除被正确接收的码字，从而避免消除过程中的任何干扰传播。在用于 4 阶或 4 层发送的 3GPP LTE 中，从天线端口 ANTP0 和 ANTP1 发送码字 -1 (CW1)，同时从天线端口 ANTP2 和 ANTP3 发送 CW2。这导致因 ANTP2 和 ANTP3 参考信号密度的低密度造成 CW2 的信道估计较弱和性能下降。

[0138] 类似地，映射到 ANTP0 和 ANTP1 的码字 -1 (CW1) 由于 ANTP0 与 ANTP1 之间较高的相关性而经历较少的分集。类似地，映射到 ANTP2 和 ANTP3 的码字 -2 (CW2) 由于 ANTP2 与 ANTP3 之间较高的相关性而经历较少的分集。

[0139] 在根据本发明的原理的第一实施例中，我们描述其中经由如图 5 中所示的天线端口 ANTP0 和 ANTP2 发送码元 S_1 和 S_2 、同时通过如图 5 中所示的天线端口 ANTP1 和 ANTP3 发送码元 S_3 和 S_4 的开环发送分集方案。给出发送矩阵为：

[0140] [数学式 21]

[0141]

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix} \quad (21)$$

[0142] 其中 T_{ij} 代表在第 i 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元，而且对于四

个发送天线的情况, $i = 1, 2, 3, 4, j = 1, 2, 3, 4$ 。

[0143] 给出接收的码元估计为：

[0144] [数学式 22]

$$[0145] \quad \hat{S}_1 = h_1^* r_1 + h_3^* r_2^*$$

$$[0146] \quad = (|h_1|^2 + |h_3|^2) S_1 + h_1^* n_1 + h_3 n_2^*$$

$$[0147] \quad \hat{S}_2 = h_3^* r_1 + h_1^* r_2^*$$

$$[0148] \quad = (|h_1|^2 + |h_3|^2) S_2 + h_3^* n_1 + h_1 n_2^* \quad (22)$$

$$[0149] \quad \hat{S}_3 = h_2^* r_3 + h_4^* r_4^*$$

$$[0150] \quad = (|h_2|^2 + |h_4|^2) S_3 + h_2^* n_3 + h_4 n_4^*$$

$$[0151] \quad \hat{S}_4 = h_4^* r_3 + h_2^* r_4^*$$

$$[0152] \quad = (|h_2|^2 + |h_4|^2) S_4 + h_4^* n_3 + h_2 n_4^*$$

[0153] 其中 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别表示来自天线端口 0、1、2、和 3 的信道增益, n_1 、 n_2 、 n_3 、和 n_4 代表在 SFBC 的情况下分别针对副载波 1、2、3、和 4、或者在 STBC 的情况下分别针对时隙 1、2、3、和 4 的噪声。可以看出, 从天线端口 0 和 2 发送的码元 S_1 和 S_2 经历好的信道估计 h_1 和弱的信道估计 h_3 。类似地, 从天线端口 1 和 3 发送的码元 S_3 和 S_4 经历好的信道估计 h_2 和弱的信道估计 h_4 。这样, 将较弱的信道估计的效应在遍及全部四个码元 S_1 、 S_2 、 S_3 、和 S_4 上分配。

[0154] 图 9 中示出根据本发明的原理的多码字 MIMO 方案。将码字 -1 (CW1) 映射到天线端口 0 和 2, 同时将 CW2 映射到天线端口 1 和 3。这样, 将天线端口 2 和 3 上较弱的信道估计的效应在遍及 2 个码字上分配。

[0155] 在根据本发明的原理的第二实施例中, 如图 10 中所示映射用于四个发送天线的参考信号。将参考信号 R0、R1、R2、和 R3 分别映射到物理天线 1、3、2、和 4。该情况下, 利用在端口上发送的参考信号来定义每个天线端口。即, 利用参考信号 R0 定义天线端口 ANTP0, 利用参考信号 R1 定义天线端口 ANTP1, 利用参考信号 R2 定义天线端口 ANTP2, 并利用参考信号 R3 定义天线端口 ANTP3。因为参考信号 R0、R1、R2、和 R3 分别被映射到物理天线 1、3、2、和 4, 天线端口 ANTP0 对应于物理天线 1, 天线端口 ANTP2 对应于物理天线 2, 天线端口 ANTP1 对应于物理天线 3, 天线端口 ANTP3 对应于物理天线 4。物理天线 1 与物理天线 3 之间的大间距确保天线端口 ANTP0 和 ANTP1 具有比没有天线端口映射的情况更大的间距, 从而具有较小的相关性。应当注意, 天线端口之间的较小的相关性意味着较高的能够实现的分集。类似地, 天线端口 ANTP2 和 ANTP3 具有较大的间距, 从而具有较小的相关性。

[0156] 现在我们假定经由图 10 中所示的天线端口发送组合的 SFBC+FSTD 方案或 STBC+TSTD 方案中的码元。在组合的 SFBC+FSTD 方案或 STBC+TSTD 方案的情况下, 给出从天线端口发送的码元为：

[0157] [数学式 23]

[0158]

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix} \quad (23)$$

[0159] 其中 T_{ij} 代表在第 $i-1$ 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元,而且对于四个发送天线的情况, $i = 1, 2, 3, 4$, $j = 1, 2, 3, 4$ 。即,经由与物理天线 1 对应的天线端口 ANTP0 发送码元 T_{11} 、 T_{12} 、 T_{13} 、和 T_{14} ,经由与物理天线 3 对应的天线端口 ANTP1 发送码元 T_{21} 、 T_{22} 、 T_{23} 、和 T_{24} ,经由与物理天线 2 对应的天线端口 ANTP2 发送码元 T_{31} 、 T_{32} 、 T_{33} 、和 T_{34} ,并经由与物理天线 4 对应的天线端口 ANTP3 发送码元 T_{41} 、 T_{42} 、 T_{43} 、和 T_{44} 。

[0160] 给出接收的码元估计为:

[0161] [数学式 24]

$$[0162] \quad \hat{S}_1 = (|h_1|^2 + |h_2|^2) S_1 + h_1^* n_1 + h_2 n_2^*$$

$$[0163] \quad \hat{S}_2 = (|h_1|^2 + |h_2|^2) S_2 + h_2^* n_1 + h_1 n_2^* \quad (24)$$

$$[0164] \quad \hat{S}_3 = (|h_2|^2 + |h_4|^2) S_3 + h_2^* n_3 + h_4 n_4^*$$

$$[0165] \quad \hat{S}_4 = (|h_2|^2 + |h_4|^2) S_4 + h_4^* n_3 + h_2 n_4^*$$

[0166] 其中 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别表示来自天线端口 0、1、2、和 3 的信道增益; n_1 、 n_2 、 n_3 、和 n_4 代表在 SFBC 的情况下分别针对副载波 1、2、3、和 4、或者在 STBC 的情况下分别针对时隙 1、2、3、和 4 的噪声。可以看出,码元 S_1 和 S_2 因天线端口 0 与天线端口 1 之间的较大的间距而经历较高的分集。类似地,根据图 10 中所示的天线端口到物理天线映射,码元 S_3 和 S_4 因天线端口 2 与天线端口 3 之间的较大的间距而经历较高的分集。

[0167] 图 11 中所示的根据本发明的原理的第三实施例中,利用如图 10 中所示的天线端口到物理天线映射,将 CW1 映射到 ANTP0 和 ANTP1,同时将 CW2 映射到 ANTP2 和 ANTP3。可以看出,利用该 CW 到天线端口的映射和图 10 的天线端口到物理天线映射,与将 ANTP0、ANTP1、ANTP2、和 ANTP3 分别映射到物理天线 1、2、3、和 4 的情况相比,两个码字均经历较大的分集。

[0168] 在根据本发明的原理的第四实施例中,如图 12 中所示映射用于四个发送天线的参考码元。将参考信号 R0、R1、R2、和 R3 分别映射到物理天线 1、2、3、和 4。对于开环发送分集方案,通过天线端口 ANTP0 和 ANTP2 发送码元 S_1 和 S_2 ,同时通过天线端口 ANTP1 和 ANTP3 发送码元 S_3 和 S_4 ,如下面的发送矩阵给出:

[0169] [数学式 25]

[0170]

$$\begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} & T_{13} & T_{14} \\ T_{21} & T_{22} & T_{23} & T_{24} \\ T_{31} & T_{32} & T_{33} & T_{34} \\ T_{41} & T_{42} & T_{43} & T_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_1 & -S_2^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_3 & -S_4^* \\ S_2 & S_1^* & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S_4 & S_3^* \end{bmatrix} \quad (25)$$

[0171] 其中 T_{ij} 代表在第 $i-1$ 天线端口和第 j 副载波或第 j 时隙上发送的码元,而且对于四个发送天线的情况, $i = 1, 2, 3, 4$, $j = 1, 2, 3, 4$ 。给出接收的码元估计为:

[0172] [数学式 26]

$$\begin{aligned}
[0173] \quad \hat{S}_1 &= h_1^* r_1 + h_3^* r_2^* \\
[0174] \quad &= (|h_1|^2 + |h_3|^2) S_1 + h_1^* n_1 + h_3^* n_2^* \\
[0175] \quad \hat{S}_2 &= h_3^* r_1 + h_1^* r_2^* \\
[0176] \quad &= (|h_1|^2 + |h_3|^2) S_2 + h_3^* n_1 + h_1^* n_2^* \quad (26) \\
[0177] \quad \hat{S}_3 &= h_2^* r_3 + h_4^* r_4^* \\
[0178] \quad &= (|h_2|^2 + |h_4|^2) S_3 + h_2^* n_3 + h_4^* n_4^* \\
[0179] \quad \hat{S}_4 &= h_4^* r_3 + h_2^* r_4^* \\
[0180] \quad &= (|h_2|^2 + |h_4|^2) S_4 + h_4^* n_3 + h_2^* n_4^*
\end{aligned}$$

[0181] 其中 h_1 、 h_2 、 h_3 、 h_4 分别表示来自天线端口 0、1、2、和 3 的信道增益； n_1 、 n_2 、 n_3 、和 n_4 代表在 SFBC 的情况下分别针对副载波 1、2、3、和 4、或者在 STBC 的情况下分别针对时隙 1、2、3、和 4 的噪声。可以看出，利用图 12 中所示的天线端口到物理天线的映射和上面所示的码元发送矩阵，不但将码元内的分集最大化，而且将信道估计的效应在码元对 S_1 和 S_2 以及码元对 S_3 和 S_4 之间均匀地分配。

[0182] 在根据本发明的原理的第五实施例中，如图 13 中所示，利用如图 12 中所示的天线端口到物理天线映射，将 CW1 映射到 ANTP0 和 ANTP2，同时将 CW2 映射到 ANTP1 和 ANTP3。该情况下，CW1 和 CW2 二者因天线端口 ANTP0 和 ANTP2 以及天线端口 ANTP1 和 ANTP3 之间的间距而均经历较大的分集。来自天线端口 ANTP2 和 ANTP3 的较弱的信道估计的效应在 2 个码字上一致地分配。

[0183] 在根据本发明的原理的第六实施例中，我们导出六个置换版本的 SFBC-PSD 矩阵：

[0184] [数学式 27]

$$\begin{aligned}
[0185] \quad P_A &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, P_B = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, \\
[0186] \quad P_C &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, P_D = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, \\
[0187] \quad P_E &= \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, P_F = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{j\theta_1(g)} & -S_2^*(i)e^{j\theta_1(g)} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{j\theta_2(g)} & S_1^*(i)e^{j\theta_2(g)} \end{bmatrix}, \quad (27)
\end{aligned}$$

[0188] 其中 $i = 1, \dots, N$ ，而 N 是码元的数量。发送器将调制码元映射到物理时间 - 频率 OFDM 资源的同时，其从六个置换 SFBC-PSD 矩阵中选择 K ($1 \leq K \leq 6$) 个置换矩阵的子集。之后，发送器将调制码元分为 K 个部分，该 K 个部分中的每一个包含 $2M$ 个码元，其中 M 是正

整数,且 $M \geq 1$ 。该 K 个部分中的每一个使用来自 K 个矩阵的子集的不同的置换矩阵。一个示例是假设 $K = 3$,并假设该三个置换矩阵是 P_A 、 P_B 、 P_C 。而且我们还假定有 30 个调制码元 S_1 、 S_2 、 $\dots$ 、 S_{30} 。将该 30 个调制码元分为 3 个部分:第一部分包含码元 S_1 、 S_2 、 S_7 、 S_8 、 S_{13} 、 S_{14} 、 S_{19} 、 S_{20} 、 S_{25} 、 S_{26} ;第二部分包含码元 S_3 、 S_4 、 S_9 、 S_{10} 、 S_{15} 、 S_{16} 、 S_{21} 、 S_{22} 、 S_{27} 、 S_{28} ;而第三部分包含码元 S_5 、 S_6 、 S_{11} 、 S_{12} 、 S_{17} 、 S_{18} 、 S_{23} 、 S_{24} 、 S_{29} 、 S_{30} 。该示例中,将以每 6 个副载波重复一次的模式沿频率维度应用这三个矩阵 P_A 、 P_B 、 P_C 。即,将 P_A 指派给调制码元的第一部分中的每对调制码元,将 P_B 指派给调制码元的第二部分中的每对调制码元,并将 P_C 指派给调制码元的第三部分中的每对调制码元。

[0189] 在根据本发明的原理的第七实施例中,节点 B(即,基站)选择 $K(1 \leq K \leq 6)$ 个置换 SFBC-PSD 矩阵的子集用于混合自动重传请求(HARQ)发送的目的。进一步,节点 B 对分组的不同的重发应用该 K 个置换 SFBC-PSD 矩阵的子集内的不同的 SFBC-PSD 矩阵。值得注意的是,对重发应用置换 SFBC-PSD 矩阵的该方法适用于蔡斯(Chase)组合和增量冗余二者。

[0190] 在根据本发明的原理的第八实施例中,我们导出六个置换版本的 SFBC-CDD 矩阵:

[0191] [数学式 28]

$$\begin{aligned}
 [0192] \quad C_A &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, C_B = \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, \\
 [0193] \quad C_C &= \begin{bmatrix} S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, C_D = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, \\
 [0194] \quad C_E &= \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \\ S_2(i) & S_1^*(i) \end{bmatrix}, C_F = \begin{bmatrix} S_1(i)e^{jk\theta_1} & -S_2^*(i)e^{j(k+1)\theta_1} \\ S_1(i) & -S_2^*(i) \\ S_2(i) & S_1^*(i) \\ S_2(i)e^{jk\theta_2} & S_1^*(i)e^{j(k+1)\theta_2} \end{bmatrix}, \quad (27)
 \end{aligned}$$

[0195] 其中 k 是副载波索引,而 θ_1 和 θ_2 是两个固定的相位角, $i = 1, \dots, N$,而 N 是码元的数量。发送器将调制码元映射到物理时间-频率 OFDM 资源的同时,其从六个置换 SFBC-CDD 矩阵中选择 $K(1 \leq K \leq 6)$ 个置换矩阵的子集。之后,发送器将调制码元分为 K 个部分,每个部分使用来自 K 个矩阵的子集的不同的置换矩阵。一个示例是假设 $K = 3$,并假设该三个置换矩阵是 C_A 、 C_B 、 C_C 。该示例中,将以每 6 个副载波重复一次的模式沿频率维度应用这三个矩阵

[0196] 在根据本发明的原理的第九实施例中,节点 B 选择 $K(1 \leq K \leq 6)$ 个置换 SFBC-CDD 矩阵的子集用于 HARQ 的目的。进一步,节点 B 对分组的不同的重发应用该子集内的不同的 SFBC-CDD 矩阵。值得注意的是,对重发应用置换 SFBC-CDD 矩阵的该方法适用于蔡斯组合和增量冗余二者。

[0197] 注意到,本发明不限制天线的数量。即,通信系统可以具有多于四个发送天线。例如,经由十个发送天线发送两个码字 CW1 和 CW2。那么可以将 CW1 映射到偶数编号天线端

口,即,ANTP0、ANTP2、ANTP4、ANTP6、和ANTP8,同时可以将CW2映射到奇数编号天线端口,即,ANTP1、ANTP3、ANTP5、ANTP7、和ANTP9。对于SFBC-FSTD的情况,我们可以创建五对码元 S_1 和 S_2 、 S_3 和 S_4 、 S_5 和 S_6 、 S_7 和 S_8 、 S_9 和 S_{10} 。我们可以接着将每个对映射到天线以将发送分集增益最大化。例如,可以将第一个对 S_1 和 S_2 映射到天线端口0和5,可以将第二个对 S_3 和 S_4 映射到天线端口1和6,并将最后一个对 S_9 和 S_{10} 映射到天线端口4和9。

[0198] 虽然已经参照其示范性实施例具体地展示描述了本方面,但是本领域普通技术人员不难理解,可以在其中作出形式和细节上的各种改变而不背离由所附权利要求书限定的本发明的精神和范围。

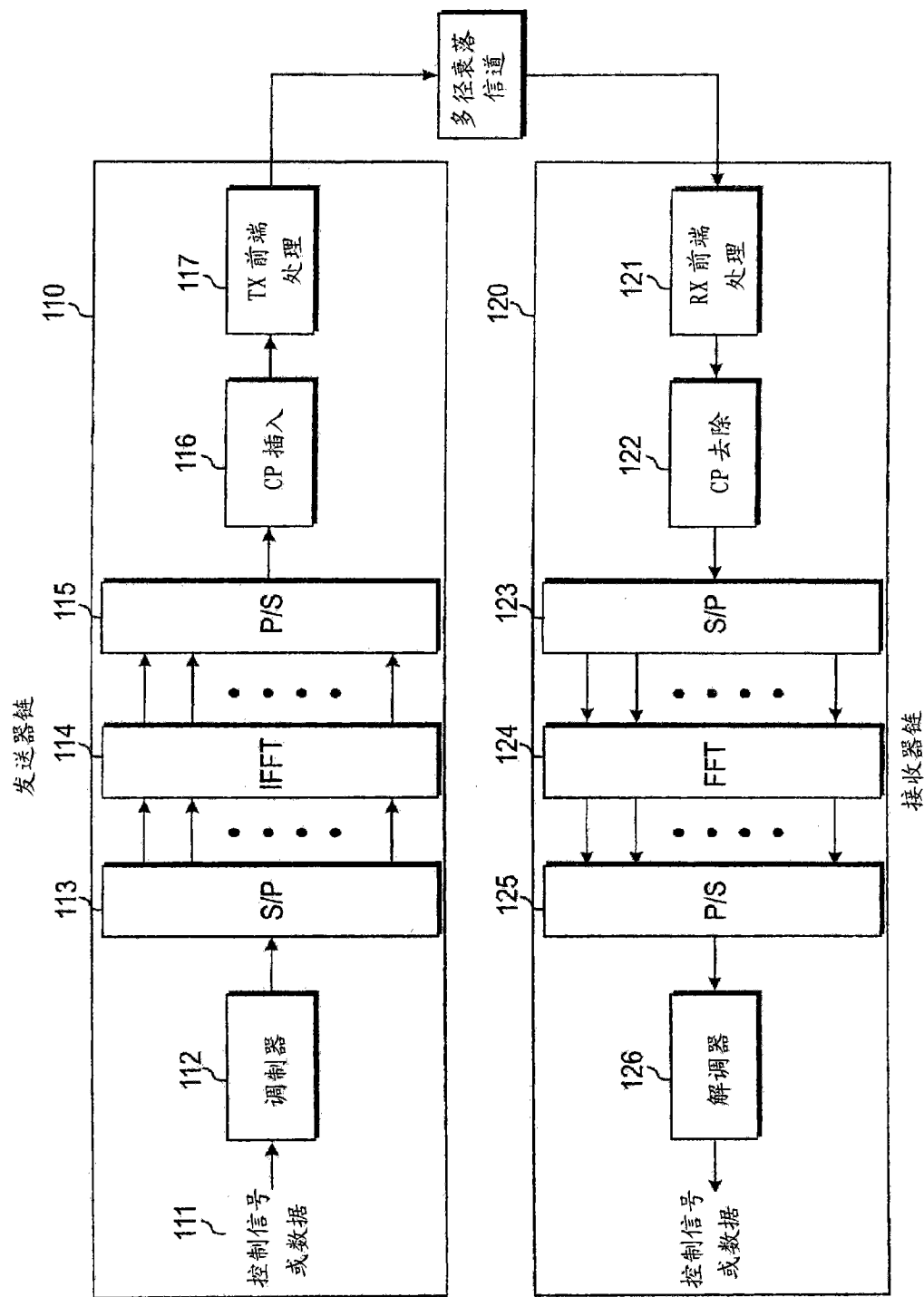


图 1

	t1	t2
天线 1	S_1	$-S_2^*$
天线 2	S_2	S_1^*

图 2

	f1	f2
天线 1	S_1	$-S_2^*$
天线 2	S_2	S_1^*

图 3

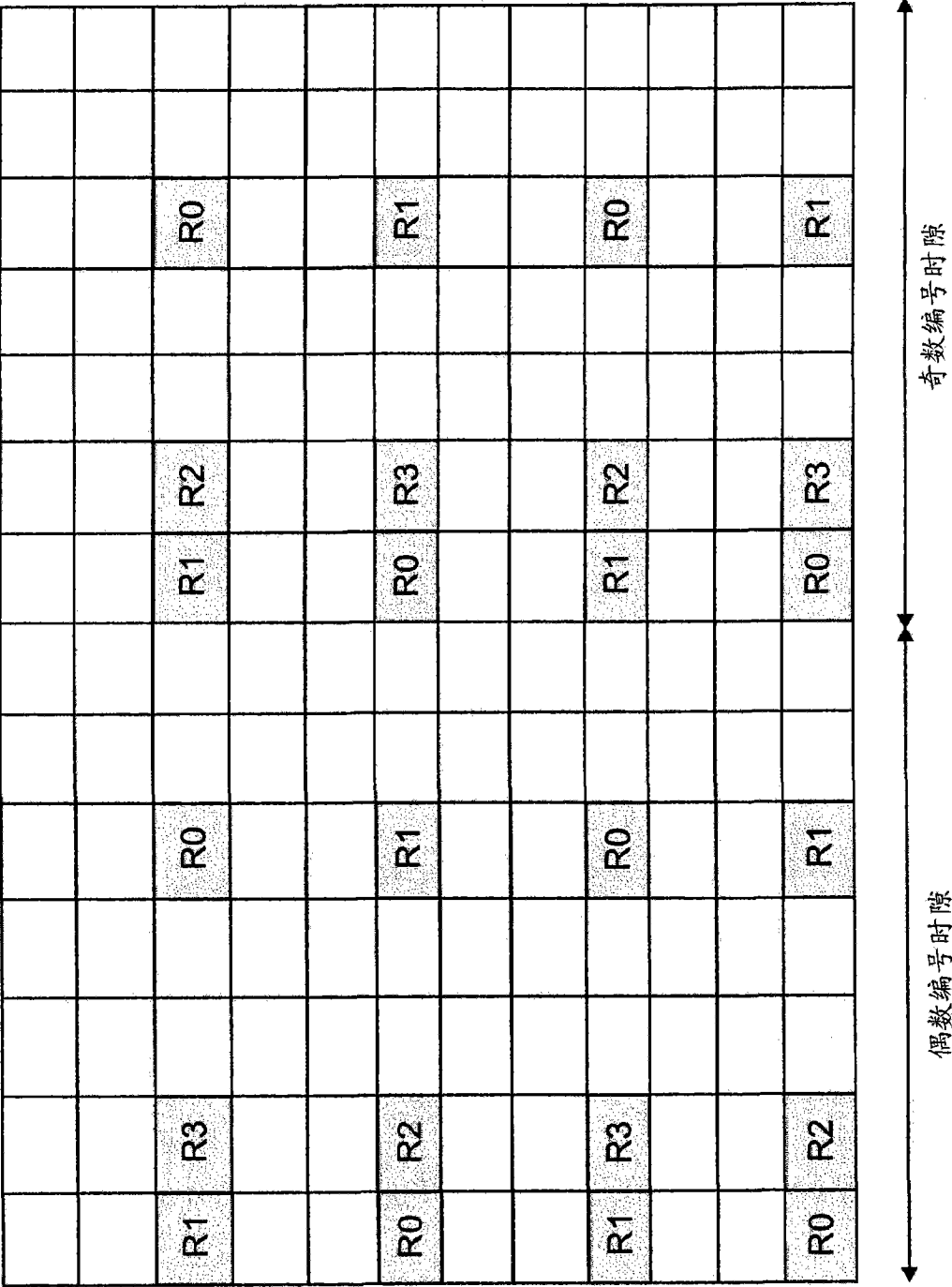


图 4

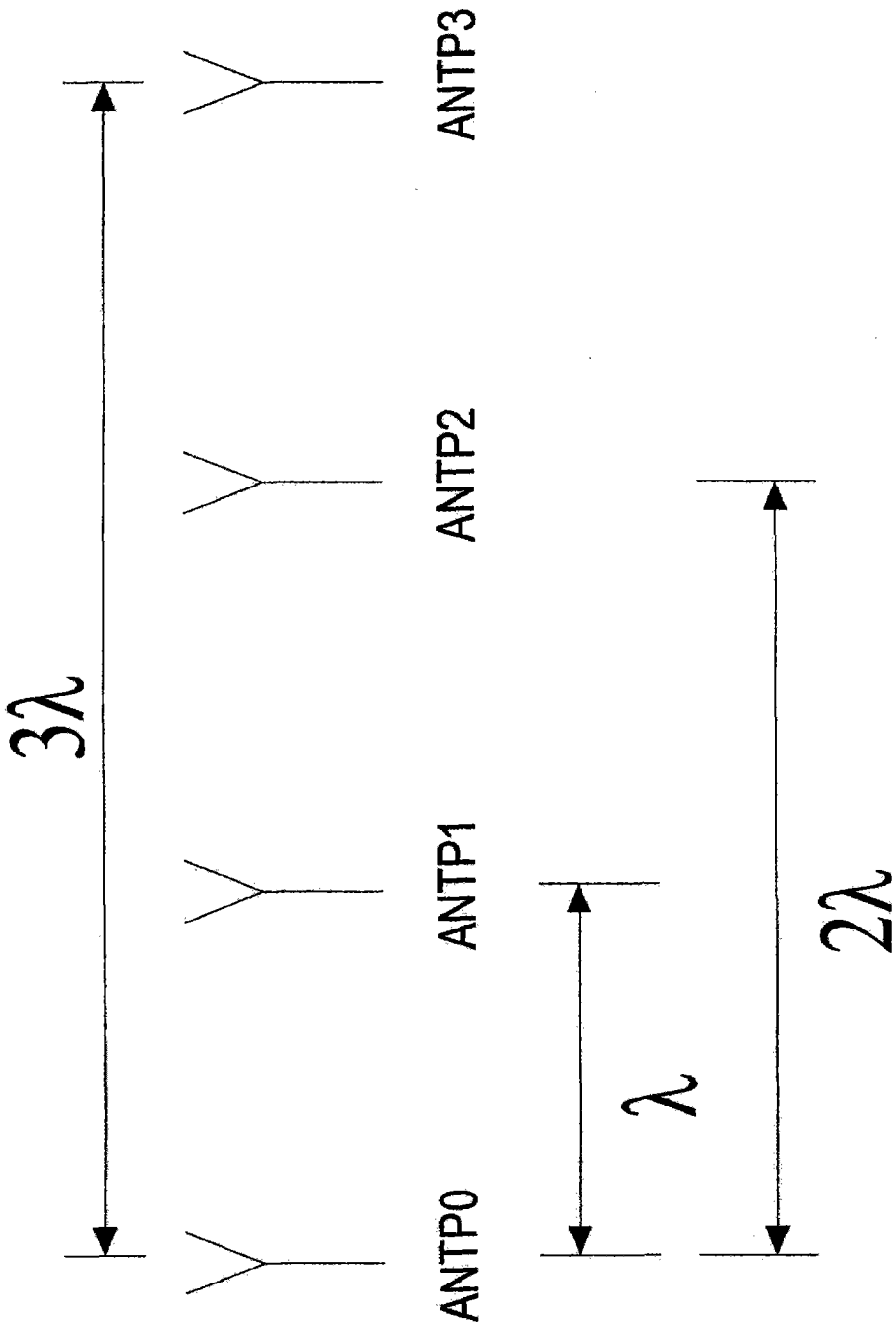


图 5

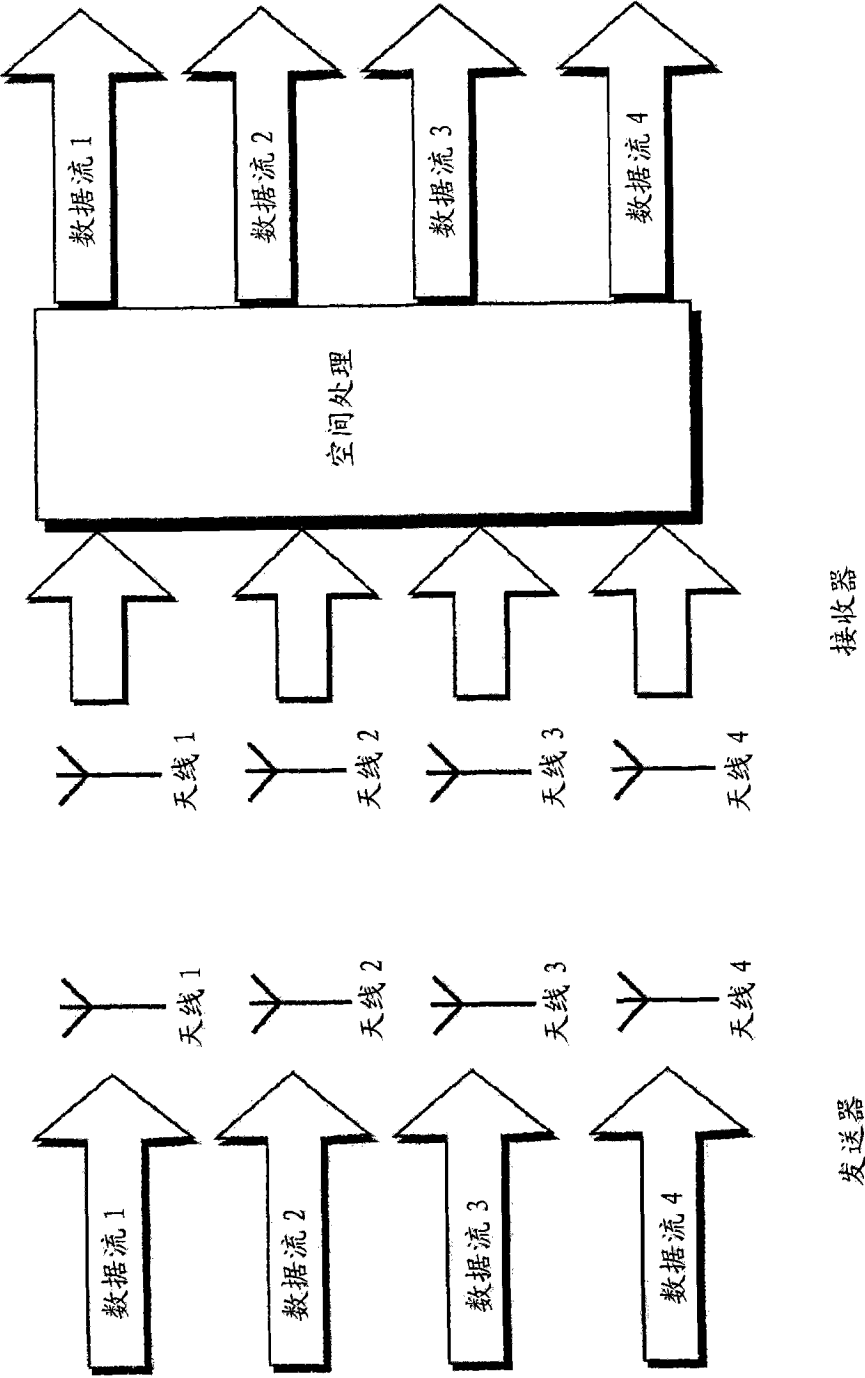


图 6

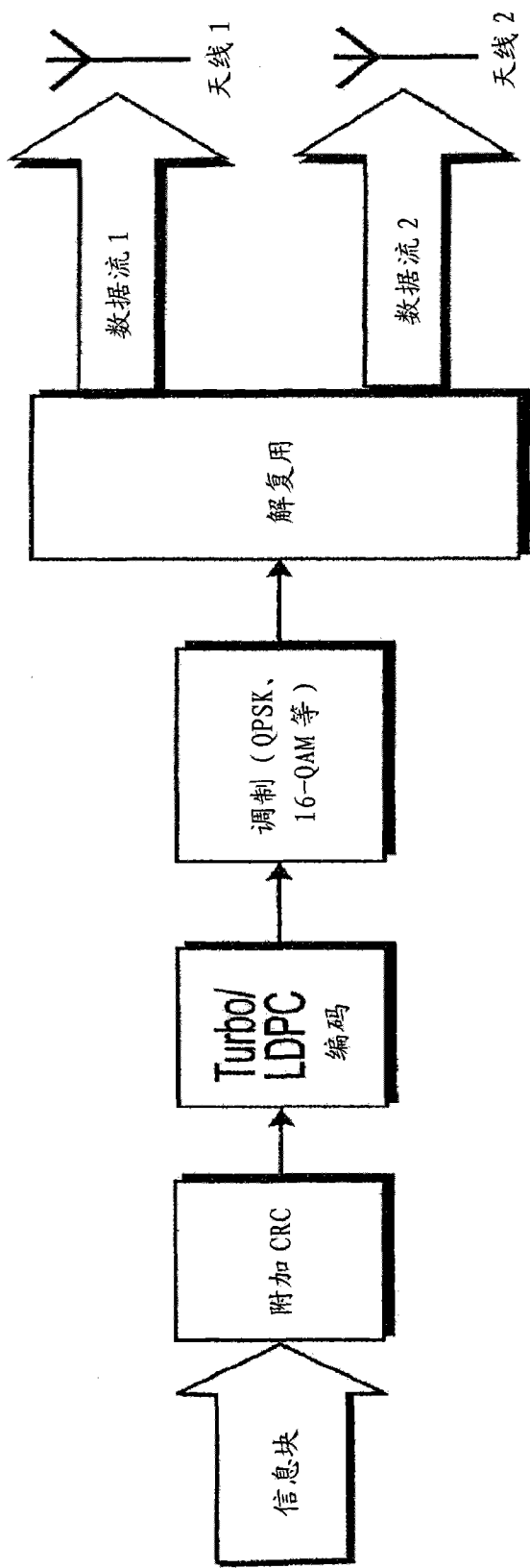


图 7

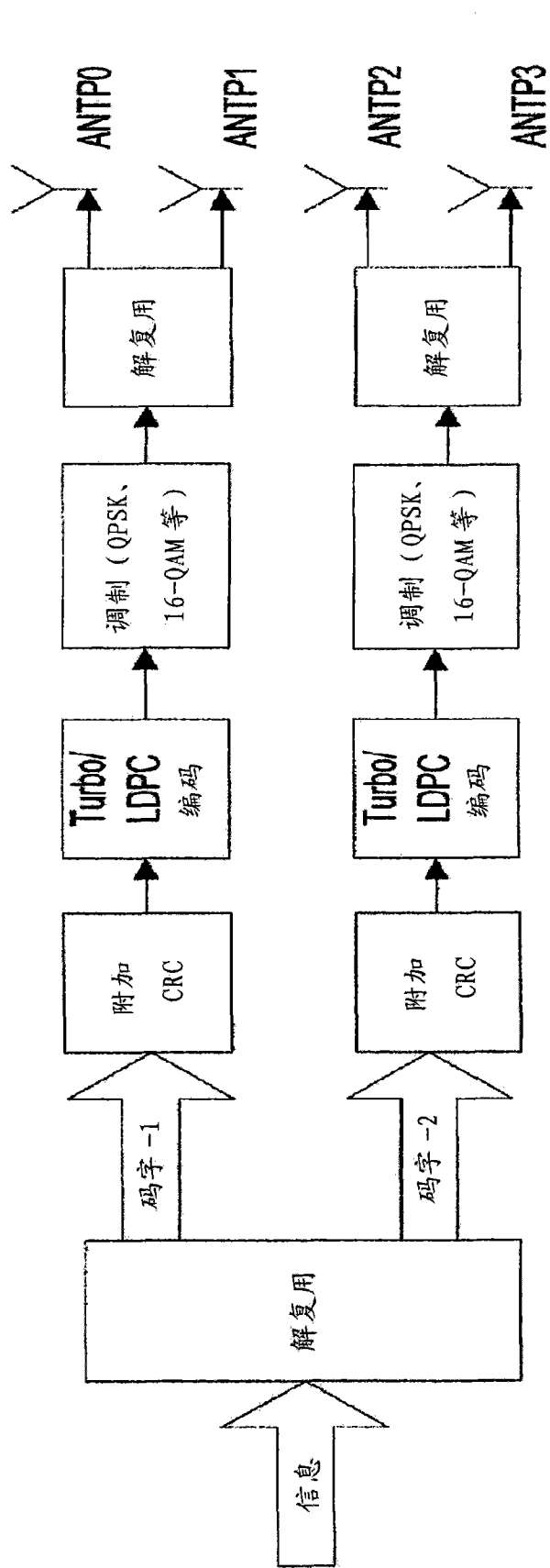


图 8

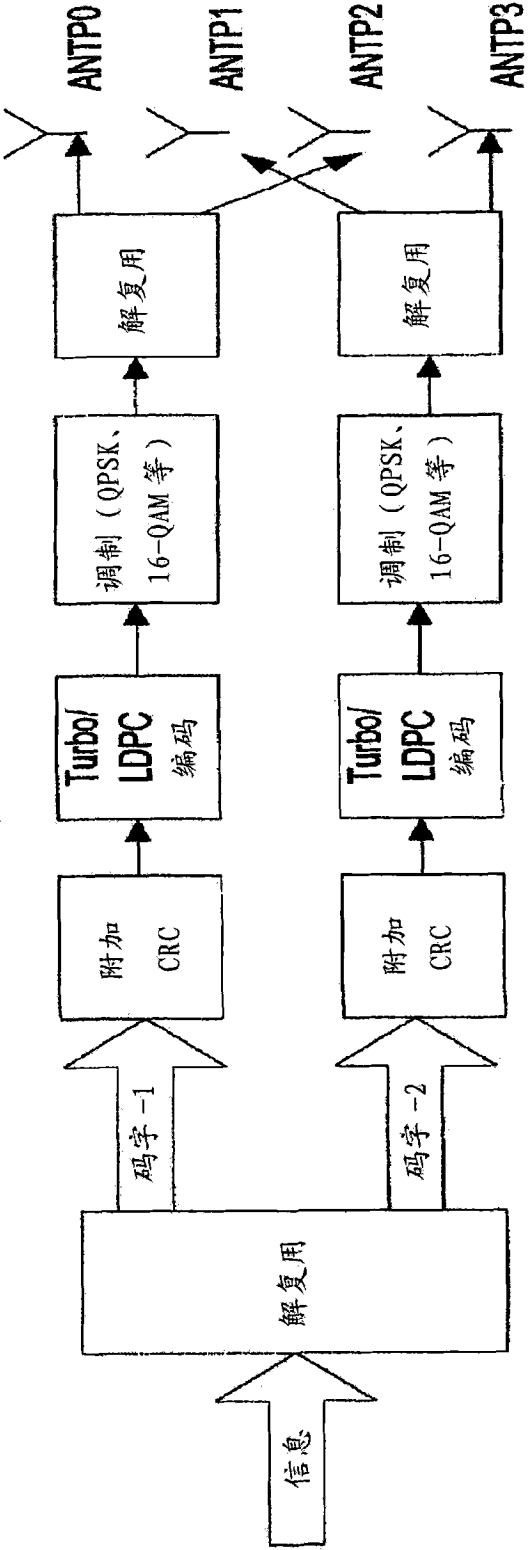


图 9

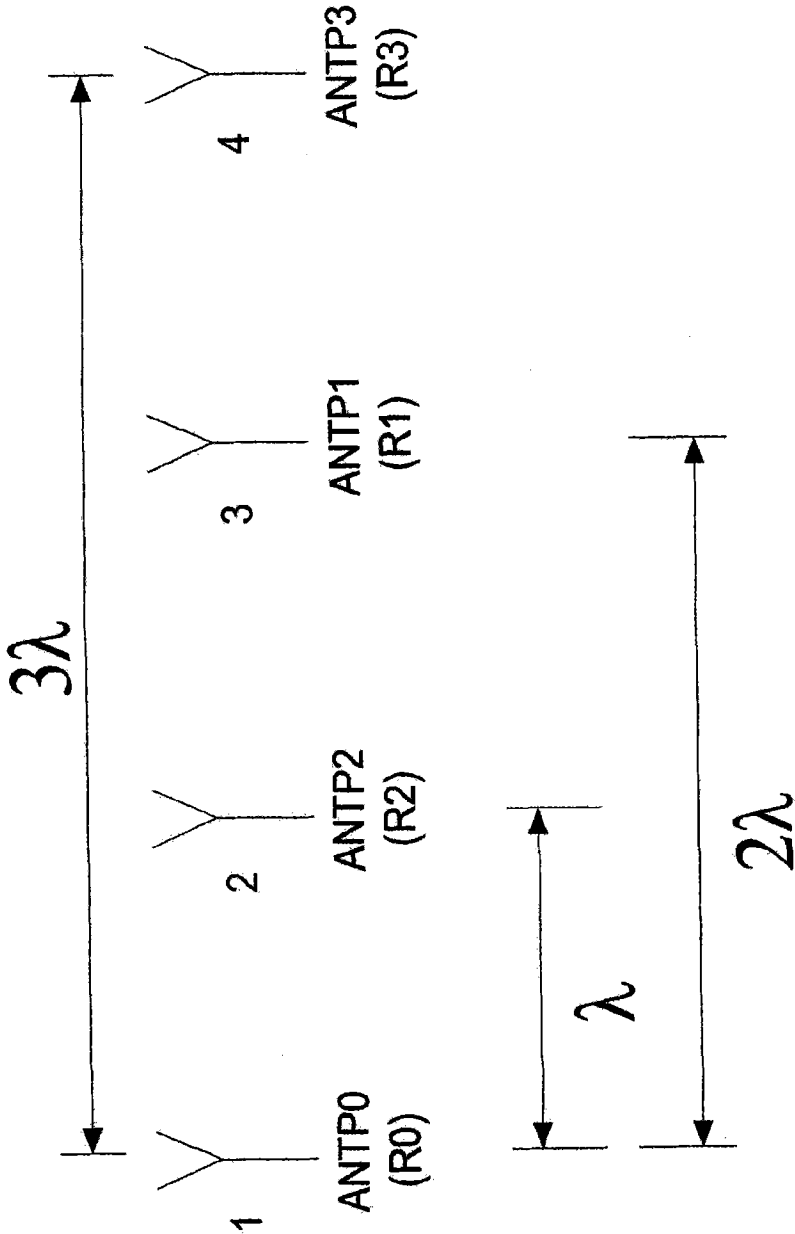


图 10

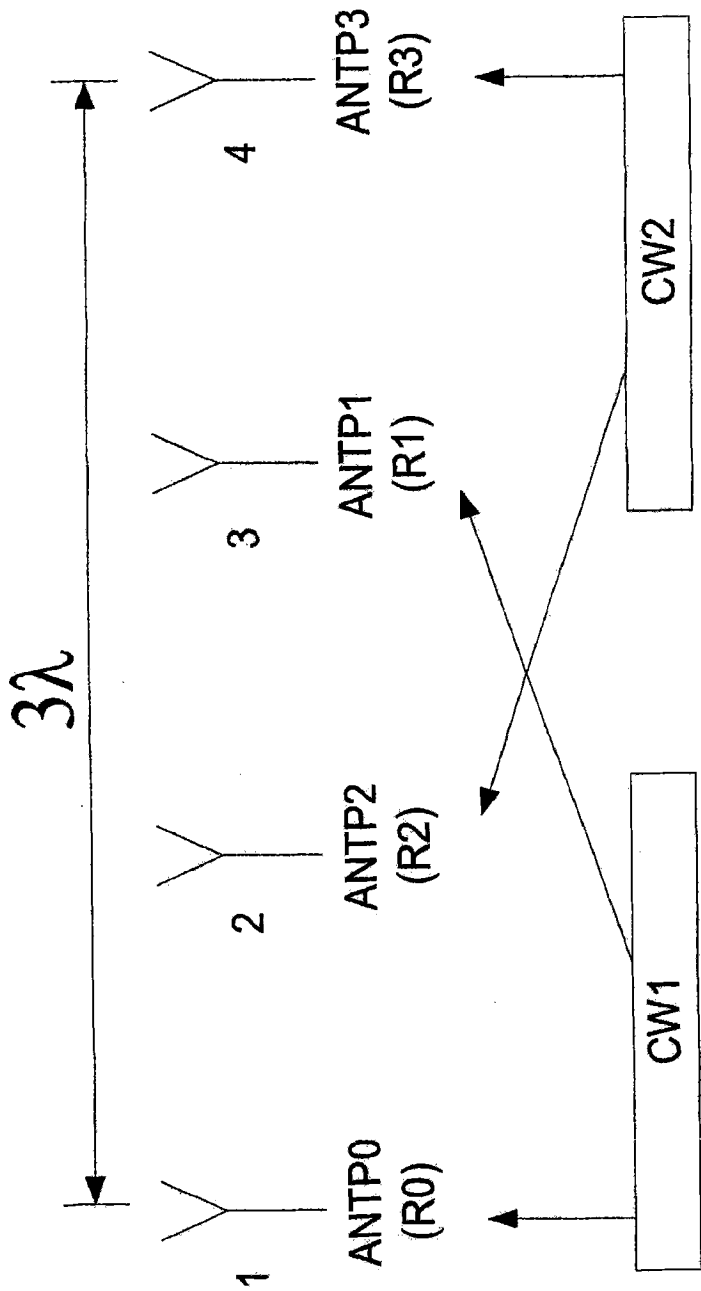


图 11

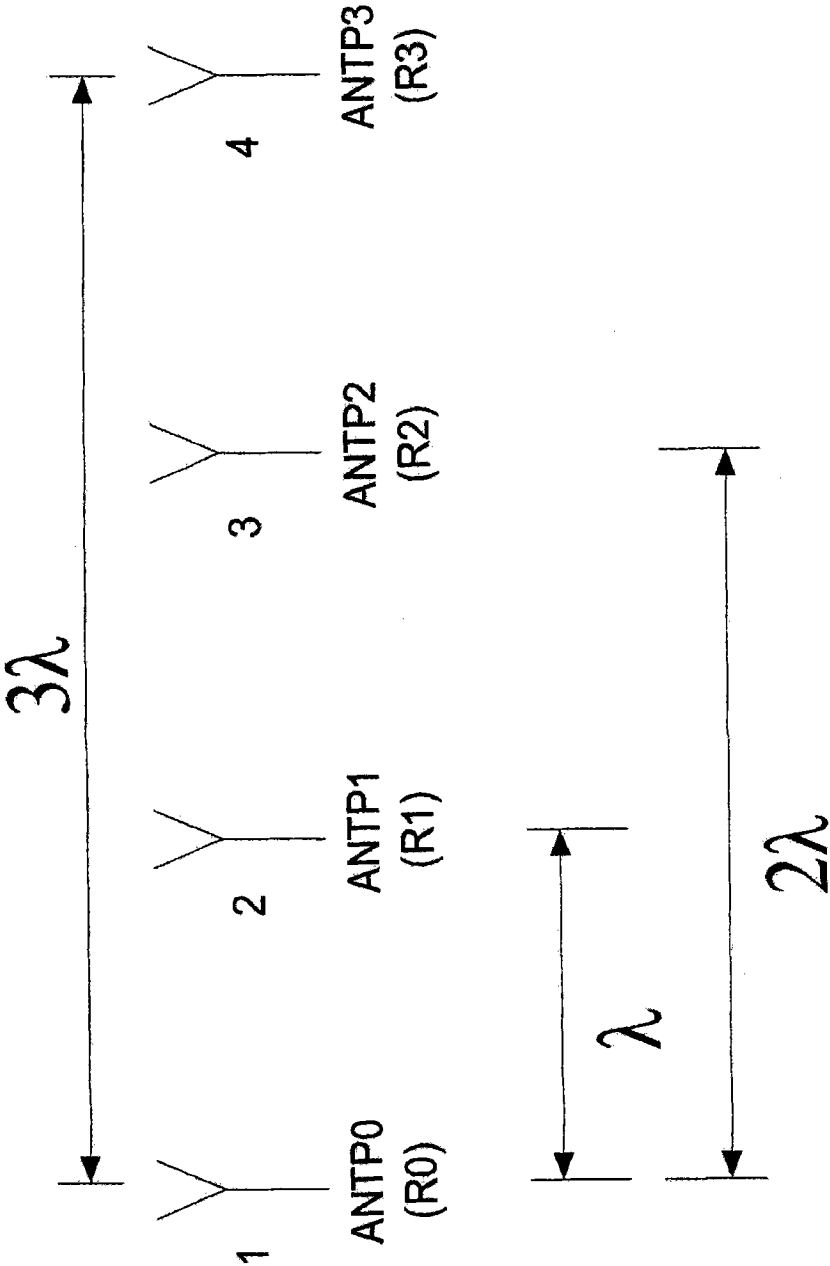


图 12

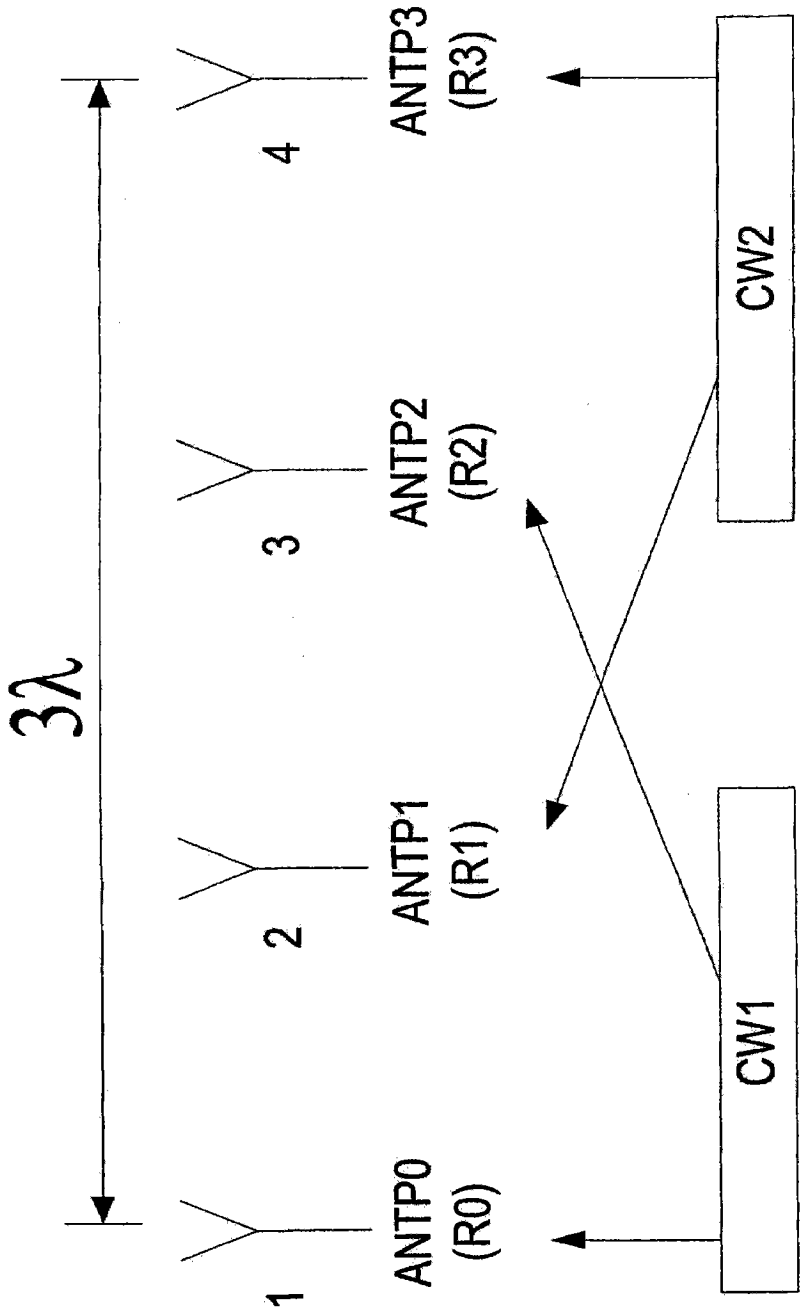


图 13