



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103368628 B

(45)授权公告日 2017.05.03

(21)申请号 201310304092.8

(22)申请日 2013.07.18

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103368628 A

(43)申请公布日 2013.10.23

(73)专利权人 西安科技大学  
地址 710054 陕西省西安市雁塔路中段58号

(72)发明人 曾召华 邵健

(74)专利代理机构 西安永生专利代理有限责任公司 61201  
代理人 申忠才

(51)Int.Cl.  
H04B 7/0413(2017.01)  
H04B 7/06(2006.01)

(56)对比文件

CN 101594176 A,2009.12.02,  
WO 2012109784 A1,2012.08.23,  
WO 2011091588 A1,2011.08.04,  
CN 102595385 A,2012.07.18,  
何桂龙.TD-LTE系统下行多用户波束赋形技术.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2011,(第3期),全文.  
郑斌等.LTE-Advanced系统中双流波束赋形方案分析.《中国电子科学研究学报》.2010,第5卷(第6期),全文.  
陈柏宇.LTE系统中波束赋形技术的研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2013,(第3期),全文.

审查员 李莎莎

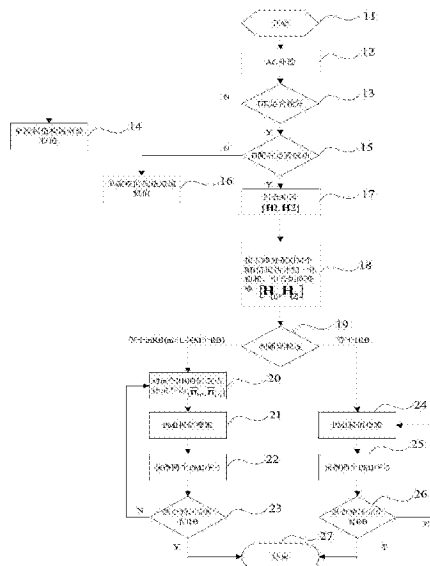
权利要求书3页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种TD-LTE系统中基于码本的双流波束赋形方法

(57)摘要

一种TD-LTE系统中基于码本的双流波束赋形方法,包括:选择TD-LTE8天线码本,进行天线校正补偿,根据原始信道估计值和上行校正权值计算出天线校正补偿后信道估计值H,判断用户终端天线是否轮发,如果是,则判断H是否配对成功,如果是,则组合矩阵[H1,H2],并按天线分别对M个RB信道估计归一化初相,组合矩阵变成[H(1),H(2)];判断赋形权值的颗粒度,设权值颗粒度为mRB,如果m>1,则对m个RB的信道估计值求平均,搜索双流波束赋形码本权值;如果m为1,则搜索双流波束赋形码本权值;遍历所有RB后结束。在基站侧预设波束赋形权值向量码本,根据用户信道信息搜索两个正交的码本权值,实现快速赋形,提升TD-LTE系统的无线性能。



1. 一种TD-LTE系统中基于码本的双流波束赋形方法,其特征在于由以下步骤组成:  
选择TD-LTE8天线波束赋形码本:

$$W_{i,j,k}^{(1)} = \begin{bmatrix} v_i \\ \varphi_k v_j \end{bmatrix}$$

$\varphi_k = e^{j\pi k/16}$ ,  $k=0-15$ 的自然数,

$$v_i = [1 \ e^{j2\pi*2*i/32} \ e^{j4\pi*2*i/32} \ e^{j6\pi*2*i/32}]^T$$

$$v_j = [1 \ e^{j2\pi*2*j/32} \ e^{j4\pi*2*j/32} \ e^{j6\pi*2*j/32}]^T$$

其中,  $i=0, 1, \dots, 15$ ;  $j=0, 1, \dots, 15$ ;

TD-LTE8天线波束赋形码本选择一共 $16 \times 16 \times 16$ ;

(1) 对TD-LTE系统8天线进行天线校正补偿,根据原始信道估计值 $H_i^{(u)}(ka_{Rx}, n)$ 和上行校正权值计算出天线校正补偿后信道估计 $\overline{H}_i^{(u)}(ka_{Rx}, n)$ ,其中 $n$ 为RB数目索引,  $ka_{Rx}$ 为天线索引,  $u$ 为用户索引,  $i$ 为用户 $u$ 发射天线索引,  $i$ 取值为1或2; RB为资源块;

(2) 判断用户终端天线是否轮发,如果用户终端天线轮发,则转入步骤(3),如果不轮发,则转入单流权值构造双流权值状态;

(3) 判断用户信道矩阵 $H$ 是否配对成功,  $H$ 为 $8 \times 1$ 的信道矩阵,如果配对成功,则转入步骤(4),如果配对不成功,则转入单流权值构造双流权值状态;

(4) 组合矩阵 $[H_1, H_2]$ ,并按天线分别对 $M$ 个RB的信道估计值归一化初相,组合矩阵变成 $[H_{(1)}, H_{(2)}]$ ;

具体方法如下:

a. 求每个RB第一个天线的相位 $\theta$

$$\theta = \arctan\left(\frac{\text{imag}(\overline{H}_i(1, \text{Loop}))}{\text{real}(\overline{H}_i(1, \text{Loop}))}\right)$$

b. 每RB按照天线1相位进行归一化

$$H_{(i)}(ka_{Rx}, \text{Loop}) = \frac{\overline{H}_i(ka_{Rx}, \text{Loop})}{\cos\theta + j\sin\theta}$$

其中,循环 $\text{Loop}=1:M$ ;

(5) 判断赋形权值的颗粒度,设权值颗粒度为 $m$ 个RB,如果 $m>1$ ,则先对 $m$ 个RB的信道估计值求平均,然后搜索双流波束赋形码本权值;如果 $m$ 为1,则直接搜索双流波束赋形码本权值;

①当权值颗粒度 $m$ 为1个RB时:

a. 为了简化搜索空间,在 $i, j, k$ 的3组16个码本中进行搜索,分别搜索满足下式的PMI序号 $i, j, k$ 记做 $\text{PMI}_1(I_1, J_1, K_1)$

$$G11(i) = \arg(\max_i \{[|v_i^T \times H_{(1)}(\text{index}1, \text{Loop})|^2 + |v_i^T \times H_{(2)}(\text{index}1, \text{Loop})|^2]\})$$

搜索16次,得到 $I_1$ ,其中,  $\text{index}1$ 是port0对应的4天线;

$$G12(j) = \arg(\max_j \{ |v_j^T \times H_{(1)}(index2, Loop)|^2 + |v_j^T \times H_{(2)}(index2, Loop)|^2 \})$$

搜索16次,得到J<sub>1</sub>;

$$G1(k) = \arg(\max_k \{ | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(1)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2 \})$$

搜索16次,得到K<sub>1</sub>;

其中, index2是port1对应的4天线,至此, PMI<sub>1</sub> (I<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>) 已搜索到;

b. 查询搜索预设码本,寻找与 PMI<sub>1</sub> (I<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>) 正交的元素,组成码本集Q,假设码本集Q中有L个元素;

c. 对码本集Q中L个码本进行循环,遍历搜索L次,寻找满足下式的PMI序号i, j, k记做 PMI<sub>2</sub> (I<sub>2</sub>, J<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>)

$$G2 = \arg(\max_{i,j,k} \{ | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(1)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2 \})$$

②当权值颗粒度m>1RB时

a. 对m个RB的信道估计H<sub>(i)</sub>值求平均,计算式如下

$$\overline{H_{(i)}}(jj, Loop) = \frac{\sum_{ii=1}^m H_{(i)}(jj, ii)}{m}$$

其中, jj=1, 2, ..., Ka<sub>Tx</sub>, Ka<sub>Tx</sub>为基站发射天线索引, i为用户发射天线索引, i取1或2, 循环Loop=1: [M/m];

b. 为了简化搜索空间,在i, j, k的3组16个码本中搜索,分别搜索满足下式的PMI序号i, j, k;

$$G11(i) = \arg(\max_i \{ |v_i^T \times \overline{H}_{(1)}(index1, Loop)|^2 + |v_i^T \times \overline{H}_{(2)}(index1, Loop)|^2 \})$$

搜索16次,得到I<sub>1</sub>, 中, index1是port0对应的4天线;

$$G12(j) = \arg(\max_j \{ |v_j^T \times \overline{H}_{(1)}(index2, Loop)|^2 + |v_j^T \times \overline{H}_{(2)}(index2, Loop)|^2 \})$$

搜索16次,得到J<sub>1</sub>, 中, index2是port1对应的4天线;

$$G1(k) = \arg(\max_k \{ | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{H}_{(1)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{H}_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2 \})$$

搜索16次,得到K<sub>1</sub>;

其中, 循环Loop=1: [M/m]

c. 查询搜索预设码本,寻找与 PMI<sub>1</sub> (I<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>) 正交的元素,组成码本集Q,假设码本集Q中有L个元素;

d. 对码本集Q中L个码本进行循环,遍历搜索L次,寻找满足下式的i, j, k, 记做 PMI<sub>2</sub> (I<sub>2</sub>, J<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>)

$$G2 = \arg(\max_{i,j,k} \{ | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{H}_{(1)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{H}_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2 \})$$

其中, 循环Loop=1: [M/m];

(6) 遍历所有RB后结束。

## 一种TD-LTE系统中基于码本的双流波束赋形方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于天线技术领域,具体涉及TD-LTE系统中基于码本的双流波束赋形方法。

### 背景技术

[0002] 2000年,我国主导的TD-SCDMA移动通信标准被ITU和3GPP正式接纳为3G国际标准之一,这是我国在电信技术史上的重大突破,作为TD-SCDMA标准的后续演进方案TD-LTE标准也受到移动通信产业的青睐,在我国政府及相关厂商的积极推动下,我国提交的TD-LTE-Advanced经评估被正式列为IMT-Advanced (4G) 国际标准。与3G技术相比,LTE系统有以下特征:(1) 提高了通信速率和频谱效率;(2) 保证服务质量,扩展业务的提供能力,以更低的成本、更佳的用户体验提供更多的业务;(3) 系统带宽配置更灵活;(4) 明确提出系统在支持高速移动的基础上,需要考虑为低速用户提供优化条件,同时改善小区边缘用户的吞吐量。多天线技术作为LTE系统关键技术之一,能够给系统带来有效的分集增益和阵列增益。

[0003] 多输入多输出技术是指利用多发射、多接收天线进行空间分集的技术。它采用的是分立式多天线,能有效地将通信链路分解成许多并行的子信道,从而大大提高容量。在TD-LTE的下行链路,多天线的发送方式主要包括发射分集、波束赋形、空时与编码及多用户多输入多输出等技术。TD-LTE系统支持丰富的应用场景,其定义了9种下行业务的传输模式以保证在各种环境中都可以选择性能优化的技术方案。其中,发射模式7、发射模式8和发射模式9为波束赋形模式。

[0004] 波束赋形是一种基于天线阵列的信号预处理技术,其工作原理是利用空间信道的强相关性及波的干涉原理产生有一定方向性的辐射图,使辐射方向图的主瓣自适应的指向用户,从而提高信噪比,获得明显的阵列增益。波束赋形的目的,是为了扩大信号覆盖范围、改善边缘吞吐量及抑制干扰。怎样有效高效地产生波束赋形权值来匹配信道的变化,从而提高系统的吞吐量,成为衡量波束赋形算法的唯一标准。

[0005] LTE R9将波束赋形扩展到了双流传输,从而实现波束赋形与空间复用技术的结合。双流波束赋形技术应用于信号散射体比较充分的条件下,结合了智能天线技术和多输入多输出空间复用,并且能够保持传统单流波束赋形技术广覆盖、小区容量大和干扰小的特性,既可以提高边缘用户的可靠性,同时可有效提升小区中心用户的吞吐量。LTE R9中定义了新的双端口专用导频,并引入了新的控制信令,天线配置为 $8 \times 2$ 。

[0006] 基于目前TD-LTE系统下行波束赋形主要采奇异值分解的方法,计算复杂度较高。

### 发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题在于克服现有技术的缺点,提供一种方法简单、能够实现双流波束赋形、双流波束赋形的复杂度低、子系统间的信息反馈低的TD-LTE系统中基于码本的双流波束赋形方法。

[0008] 解决上述技术问题所采用的技术方案由以下步骤组成:

[0009] 在基于码本的单流波束赋形的基础上,提出了一种基于码本的双流波束赋形方法,该方法相对常用的奇异值分解方法,减小了TD-LTE系统双流波束赋形的复杂度,TD-LTE8天线波束赋形码本设计如下:

$$[0010] \quad W_{i,j,k}^{(1)} = \begin{bmatrix} v_i \\ \varphi_k v_j \end{bmatrix}$$

[0011] 其中,

$$[0012] \quad \varphi_k = e^{j\pi k/16}, k=0-15 \text{ 的自然数,}$$

$$[0013] \quad v_i = [1 \quad e^{j2\pi*2*i/32} \quad e^{j4\pi*2*i/32} \quad e^{j6\pi*2*i/32}]^T$$

$$[0014] \quad v_j = [1 \quad e^{j2\pi*2*j/32} \quad e^{j4\pi*2*j/32} \quad e^{j6\pi*2*j/32}]^T$$

[0015] 其中,  $i=0,1,\dots,15; j=0,1,\dots,15$ 。

[0016] TD-LTE8天线波束赋形码本选择一共  $16 \times 16 \times 16$ 。

[0017] 1、对TD-LTE系统8天线进行天线校正补偿,根据原始信道估计值  $H_i^{(u)}(ka_{Rx}, n)$  和上行校正权值计算出天线校正补偿后信道估计  $\overline{H}_i^{(u)}(ka_{Rx}, n)$ ,其中n为RB数目索引,  $ka_{Rx}$  为天线索引,u为用户索引,i为用户u发射天线索引,i取值为1或2;RB为资源块;

[0018] 2、判断用户终端天线是否轮发,如果用户终端天线轮发,则转入步骤3,如果不轮发,则转入单流权值构造双流权值状态。

[0019] 3、判断用户信道矩阵H是否配对成功,H为  $8 \times 1$  的信道矩阵,如果配对成功,则转入步骤4,如果配对不成功,则转入单流权值构造双流权值状态。

[0020] 4、组合矩阵  $[H_1, H_2]$ ,并按天线分别对M个RB的信道估计值归一化初相,组合矩阵变成  $[H_{(1)}, H_{(2)}]$ ;

[0021] 5、判断赋形权值的颗粒度,设权值颗粒度为m个RB,如果  $m > 1$ ,则先对m个RB的信道估计值求平均,然后搜索双流波束赋形码本权值;如果m为1,则直接搜索双流波束赋形码本权值。

[0022] 6、遍历所有RB后结束。

[0023] 本发明所带来的有益效果:简单高效实现TD-LTE系统的双流波束赋形,减小TD-LTE子系统之间的信息反馈,降低系统实现复杂度。

## 附图说明

[0024] 图1为TD-LTE系统基于码本的双流波束赋形总体处理流程图。

[0025] 图2为基站与用户终端天线设置方式图。

## 具体实施方式

[0026] 下面结合附图和实施例对本进一步详细说明,但本发明不限于这些实施例。

[0027] 实施例1

[0028] 本实施例的TD-LTE系统中基于码本的双流波束赋形方法步骤如下:

[0029] 基站与用户终端天线设置方式如图2。

[0030] 本实施例处理RB数M,取值为8。

[0031] TD-LTE8天线码本波束赋形设计如下:

$$[0032] \quad W_{i,j,k}^{(1)} = \begin{bmatrix} v_i \\ \varphi_k v_j \end{bmatrix}$$

[0033]  $\varphi_k = e^{j\pi k/16}$ , k=0-15的自然数,

$$[0034] \quad v_i = [1 \quad e^{j2\pi*2*i/32} \quad e^{j4\pi*2*i/32} \quad e^{j6\pi*2*i/32}]^T$$

$$[0035] \quad v_j = [1 \quad e^{j2\pi*2*j/32} \quad e^{j4\pi*2*j/32} \quad e^{j6\pi*2*j/32}]^T$$

[0036] 其中,  $i=0,1,\dots,15$ ;  $j=0,1,\dots,15$ ;

[0037] 码本选择一共  $16 \times 16 \times 16$  个。

[0038] 第一步:开始11,天线校正补偿12,对TD-LTE系统8天线进行天线校正补偿,根据原始信道估计值  $H_i^{(u)}(ka_{Rx}, n)$  和上行校正权值计算出天线校正补偿后信道估计  $\overline{H}_i^{(u)}(ka_{Rx}, n)$ ,

$$[0039] \quad \overline{H}_i^{(u)}(ka_{Rx}, n) = (H_i^{(u)}(ka_{Rx}, n) \times \omega_{UL,i}^{AC}(ka_{Rx}, n))$$

[0040] 其中,其中n为RB数目索引  $ka_{Rx}$  为天线索引, u为用户索引, i为用户u发射天线索引, i取值为1或2;RB为资源块;(本发明采用与用户终端天线侧单天线发射一致的处理方式)

[0041] 注:上行校正权值  $\omega_{UL,i}^{AC}(ka_{Rx}, n)$  的计算方法如下,在得到各通道上各子载波的平均H后,也就得到了各子载波的幅相特性,以某通道为基准,有在线校正方法计算各通道相对于基准通道的幅相不一致性,便得到每个天线通道的补偿系数,即校正权值;

[0042] 第二步:判断用户终端天线是否轮发13,如果用户终端天线轮发,则转入第三步,如果不轮发,则转入单流权值构造双流权值状态14;

[0043] 第三步:判断H是否配对成功15,如果配对成功,则转入第四步,如果配对不成功,则转入单流权值构造双流权值状态16;单流权值构造双流权值方法如下;

[0044] 设权值颗粒度  $m=1$ RB或者权值颗粒度  $m>1$ RB

[0045] 1.以单流权值搜索方法获得,  $PMI_1(I_1, J_1, K_1)$ ;

[0046] 2.查询搜索预设码本,寻找与  $PMI_1(I_1, J_1, K_1)$  正交的元素,组成码本集Q,假设此码本集中有L个元素;

[0047] 3.对码本集Q中L个码本进行循环遍历搜索L次,寻找满足下式的i, j, k.记做  $PMI_2(I_2, J_2, K_2)$

$$[0048] \quad G2 = \arg(\max_{i,j,k} \{ | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \varphi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(1)}([index1; index2], Loop) |^2 \})$$

[0049] 其中,当m为1时,循环  $Loop=1:M$ ,当  $m>1$ 时,循环  $Loop=1: [M/m]$ ,在本实施例中, M值取8,也可取其它正整数;

[0050] 第四步:组合矩阵  $[H1, H2]$  17,并按天线分别对M个RB的信道估计值进行归一化初相,组合矩阵变成  $[H(1), H(2)]$  18,具体方法如下:

[0051] 1.求每个RB第一个天线的相位  $\theta$

$$[0052] \quad \theta = \arctan\left(\frac{\text{imag}(\overline{H_i(1, Loop)})}{\text{real}(\overline{H_i(1, Loop)})}\right)$$

[0053] 2. 每RB按照天线1相位进行归一化

$$[0054] \quad H_{(i)}(ka_{Rx}, Loop) = \frac{\overline{H_i(ka_{Rx}, Loop)}}{\cos\theta + j\sin\theta}$$

[0055] 其中, 循环Loop=1:M;

[0056] 第五步: 判断赋形权值的颗粒度19, 设权值颗粒度为m个RB, 如果m>1, 则先对m个RB的信道估计值求平均(步骤20), 然后搜索双流波束赋形码本权值21; 如果m为1, 则直接搜索双流波束赋形码本权值24, 具体方法如下:

[0057] 当权值颗粒度m为1个RB时

[0058] 1. 为了简化搜索空间, 在i, j, k的3组16个码本中进行搜索, 分别搜索满足下式的PMI序号i, j, k记做PMI<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>) 25

$$[0059] \quad G1(i) = \arg(\max_i \{|v_i^T \times H_{(i)}(index1, Loop)|^2 + |v_i^T \times H_{(2)}(index1, Loop)|^2\})$$

[0060] 搜索16次, 得到I<sub>1</sub>, 其中, index1是port0对应的4天线;

$$[0061] \quad G12(j) = \arg(\max_j \{|v_j^T \times H_{(i)}(index2, Loop)|^2 + |v_j^T \times H_{(2)}(index2, Loop)|^2\})$$

[0062] 搜索16次, 得到J<sub>1</sub>;

[0063]

$$G1(k) = \arg(\max_k \{| \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(i)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2\})$$

[0064] 搜索16次, 得到K<sub>1</sub>;

[0065] 其中, index2是port1对应的4天线, 至此, PMI<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>) 已搜索到;

[0066] 2. 查询搜索预设码本, 寻找与PMI<sub>1</sub>(I<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>) 正交的元素, 组成码本集Q, 假设码本集Q中有L个元素;

[0067] 3. 对码本集Q中L个码本进行循环, 遍历搜索L次, 寻找满足下式的PMI序号i, j, k记做PMI<sub>2</sub>(I<sub>2</sub>, J<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>)

[0068]

$$G2 = \arg(\max_{i,j,k} \{| \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(i)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times H_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2\})$$

[0069] 当权值颗粒度m>1RB时

[0070] 1. 对m个RB的信道估计H<sub>(i)</sub>值求平均, 计算式如下

$$[0071] \quad \overline{H_{(i)}}(jj, Loop) = \frac{\sum_{ii=1}^m H_{(i)}(jj, ii)}{m}$$

[0072] 其中, jj=1, 2, ..., K<sub>aTx</sub>, K<sub>aTx</sub>为基站发射天线索引, i为用户发射天线索引, i取1或2, 循环Loop=1: [M/m];

[0073] 2. 为了简化搜索空间, 在i, j, k的3组16个码本中搜索. 分别搜索满足下式的PMI序号i, j, k 22



$$[0074] \quad G11(i) = \arg(\max_i \{ |v_i^T \times \overline{\overline{H}}_{(1)}(index1, Loop)|^2 + |v_i^T \times \overline{\overline{H}}_{(2)}(index1, Loop)|^2 \})$$

[0075] 搜索16次,得到I<sub>1</sub>,中,index1是port0对应的4天线;

$$[0076] \quad G12(j) = \arg(\max_j \{ |v_j^T \times \overline{\overline{H}}_{(1)}(index2, Loop)|^2 + |v_j^T \times \overline{\overline{H}}_{(2)}(index2, Loop)|^2 \})$$

[0077] 搜索16次,得到J<sub>1</sub>,中,index2是port1对应的4天线;

[0078]

$$G1(k) = \arg(\max_k \{ | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{\overline{H}}_{(1)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{\overline{H}}_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2 \})$$

[0079] 搜索16次,得到K<sub>1</sub>;

[0080] 其中,循环循环Loop=1: [M/m]

[0081] 3. 查询搜索预设码本,寻找与PMI<sub>1</sub> (I<sub>1</sub>, J<sub>1</sub>, K<sub>1</sub>) 正交的元素,组成码本集Q,假设码本集Q中有L个元素;

[0082] 4. 对码本集Q中L个码本进行循环,遍历搜索L次,寻找满足下式的i, j, k,记做PMI<sub>2</sub> (I<sub>2</sub>, J<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>)

[0083]

$$G2 = \arg(\max_{i,j,k} \{ | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{\overline{H}}_{(1)}([index1; index2], Loop) |^2 + | \begin{bmatrix} v_i \\ v_j \phi_k \end{bmatrix}^T \times \overline{\overline{H}}_{(2)}([index1; index2], Loop) |^2 \})$$

[0084] 其中,循环Loop=1: [M/m]

[0085] 第六步:判断是否遍历完所有RB23、26,最后结束27。

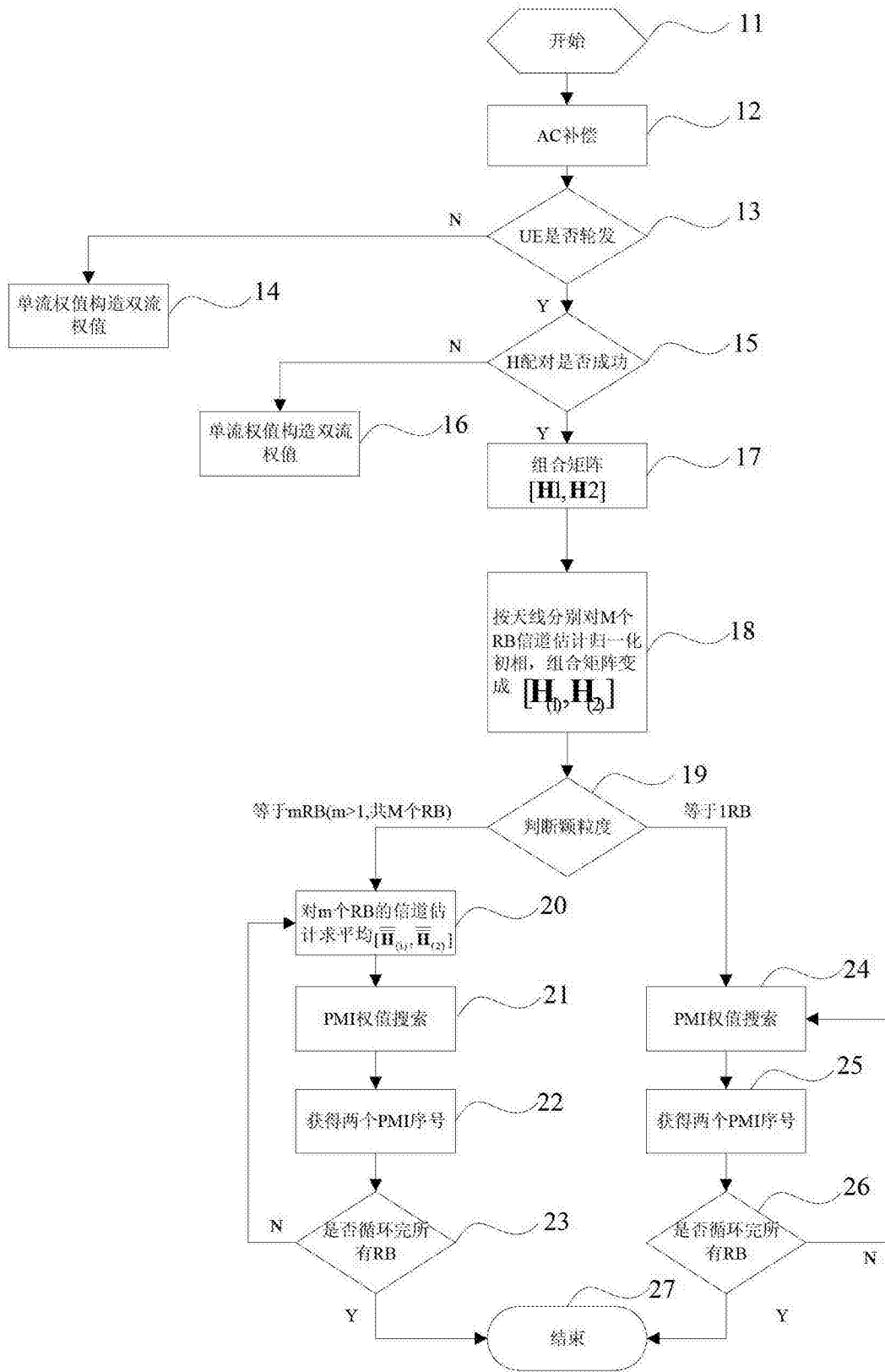


图1

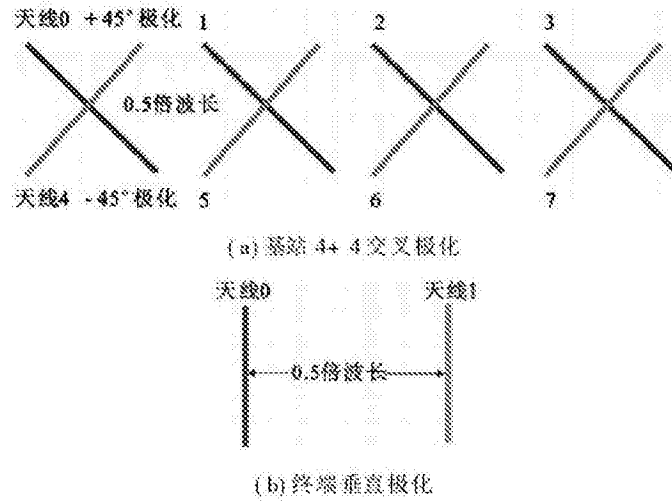


图2