

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017年3月2日 (02.03.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/032220 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/093996
- (22) 国际申请日: 2016年8月8日 (08.08.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510524778.7 2015年8月24日 (24.08.2015) CN
- (71) 申请人: 电信科学技术研究院 (CHINA ACADEMY OF TELECOMMUNICATIONS TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路40号, Beijing 100191 (CN)。
- (72) 发明人: 李辉 (LI, Hui); 中国北京市海淀区学院路40号, Beijing 100191 (CN)。 高秋彬 (GAO, Qiubin); 中国北京市海淀区学院路40号, Beijing 100191 (CN)。 陈润华 (CHEN, Runhua); 中国北京市海淀区学院路40号, Beijing 100191 (CN)。 陈文洪 (CHEN, Wenhong); 中国北京市海淀区学院路40号, Beijing 100191 (CN)。 塔玛拉卡拉盖施 (TAM-

RAKAR, Rakesh); 中国北京市海淀区学院路40号, Beijing 100191 (CN)。

(74) 代理人: 北京银龙知识产权代理有限公司 (DRAGON INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号院枫蓝国际中心2号楼10层, Beijing 100082 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

[见续页]

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING PRECODING MATRIX

(54) 发明名称: 一种预编码矩阵确定方法及装置

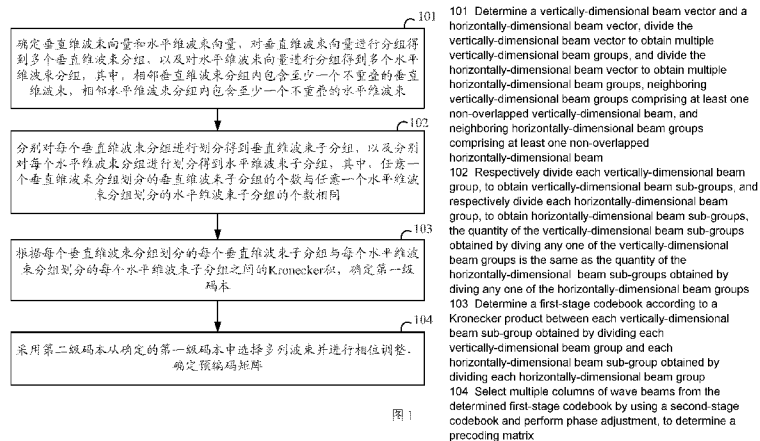
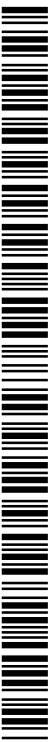


图1

(57) Abstract: Disclosed are a method and an apparatus for determining a precoding matrix. The method comprises: resectively dividing each vertically-dimensional beam group, to obtain vertically-dimensional beam sub-groups, and resectively dividing each horizontally-dimensional beam group, to obtain horizontally-dimensional beam sub-groups; determining a first-stage codebook according to a Kronecker product between each vertically-dimensional beam sub-group obtained by dividing each vertically-dimensional beam group and each horizontally-dimensional beam sub-group obtained by dividing each horizontally-dimensional beam group; and selecting multiple columns of wave beams from the determined first-stage codebook by using a second-stage codebook and performing phase adjustment, to determine a precoding matrix.

(57) 摘要: 本公开公开了一种预编码矩阵确定方法及装置。该方法为: 分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组, 以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组; 根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积, 确定第一级码本; 采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整, 确定预编码矩阵。



WO 2017/032220 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种预编码矩阵确定方法及装置

相关申请的交叉引用

本申请主张在 2015 年 8 月 24 日在中国提交的中国专利申请号 No. 201510524778.7 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本公开涉及通信技术领域，尤其涉及一种预编码矩阵确定方法及装置。

背景技术

长期演进（Long Term Evolution, LTE）系统中，预编码的码本基于离散傅里叶变换（DFT）向量生成，并且使用了两级码本结构。以 Rel-12 中的 8 天线码本为例，第一级，基站（eNB）根据终端反馈的预编码矩阵索引（Precoding Matrix Indicator, PMI）1 确定一个 DFT 波束向量子组，该 PMI1 即为在包含所有的波束向量子组的集合中的索引，终端将 PMI1 反馈给基站（eNB）；第二级，eNB 根据终端反馈 PMI2，对第一级确定的波束向量子组进行列选择，从中选择一列或几列波束向量并进行极化方向间的相位调整。eNB 根据终端两级反馈的 PMI1 和 PMI2 生成最终的预编码矩阵，用于下行数据传输。

随着天线技术的发展，已经出现能够对每个阵子独立控制的有源天线，该设计使得天线阵列从水平排列增强到水平和垂直排列的二维结构，将该二维结构的阵列称为三维多输入多输出（3D MIMO）天线阵列。

对于 3D MIMO 天线阵列的码本设计有多种方案，其中一种方案为基于 Rel-12 中 8 天线码本进行扩展，具体如下：

第一级的 DFT 波束向量子组通过垂直维波束向量子组与水平维波束向量子组进行 Kronecker 积计算得到；第二级在第一级得到的波束向量子组中进行列选择与相位调整。其中第二级在进行列选择时存在以下两种方式：

一种列选择的方式为从第一级得到的波束向量子组的垂直维波束分量和

水平维波束分组中分别选出若干列垂直维波束和若干列水平维波束，计算选择出的垂直维波束和水平维波束的 Kronecker 积，对所得的结果进行相位调整，该列选择的方式等效为第二级码本也满足 Kronecker 积的形式，其中，波束分组为对波束子组进行分组得到；

另一种列选择的方式为不区分垂直维波束和水平维波束，将第一级得到的波束向量子组中每个波束向量看做一个整体，从该波束向量子组中选择若干列进行相位调整，当预编码矩阵的秩 $RI > 1$ 时，该列选择的方式实现的第二级码本无法满足 Kronecker 积的形式，但选出的每列波束向量各自满足 Kronecker 积的形式，称为部分 Kronecker 积。

相关技术中的 3D MIMO 天线阵列的码本中，第一级码本采用完整的 Kronecker 积的结构，包含的波束个数是垂直维波束分组中的波束个数与水平维波束分组中的波束个数的乘积，若垂直维波束分组存在多个波束，且水平维波束分组也存在多个波束，则两种乘积所得数值较大，即第一级码本包含的波束个数较多，导致在第二级列选择时存在多种组合，使得第二级码本选择基于的码本数量较大，由于第二级码本的反馈周期短，较大的码本数量会导致高反馈开销。

发明内容

本公开实施例提供一种预编码矩阵确定方法及装置，用以解决 3D MIMO 天线阵列的码本中，第一级码本采用完整的 Kronecker 积的结构使得第二级码本选择所基于的码本数量较大，导致第二级码本反馈开销较高的问题。

本公开实施例提供的具体技术方案如下：

第一方面，提供了一种预编码矩阵确定方法，包括：

确定垂直维波束向量以及水平维波束向量，对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组，以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组，其中，相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束，相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束；

分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组，以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，其中，任意一个垂

直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积, 确定第一级码本；

采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整, 确定预编码矩阵。

实施中, 每个垂直维波束分组包含相同数目的垂直维波束；

每个水平维波束分组包含相同数目的水平维波束。

实施中, 每个垂直维波束分组划分的各垂直维波束子分组之间相互不重叠；

每个水平维波束分组划分的各水平维波束子分组之间相互不重叠。

实施中, 根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积, 确定第一级码本, 包括：

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积, 确定第一矩阵 $\mathbf{X}_1 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q}]$, 其中, $\mathbf{X}_{v,q}$ 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组, $\mathbf{X}_{h,q}$ 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组, 确定第二矩阵 \mathbf{X}_2 ；

确定第一级码本 $\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}$ 。

实施中, 第二矩阵 $\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1$, 或者,

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q}],$$

或者,

$$\mathbf{X}_2 = [\mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)],$$

或者,

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q)];$$

其中, \mathbf{B}_q 是一个 $m_q \times m_q$ 对角矩阵, \mathbf{D}_q 是一个 $l_q \times l_q$ 对角矩阵, m_q 表示

垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组包含的垂直维波束的个数, l_q 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组包含的水平维波束的个数。

实施中, \mathbf{B}_q 根据 $\mathbf{X}_{v,q}$ 确定或者为预设值, \mathbf{D}_q 根据 $\mathbf{X}_{h,q}$ 确定或者为预设值。

第二方面, 提供了一种预编码矩阵确定装置, 包括:

第一处理模块, 用于确定垂直维波束向量以及水平维波束向量, 对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组, 以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组, 其中, 相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束, 相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束;

第二处理模块, 用于分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组, 以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组, 其中, 任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同;

第三处理模块, 用于根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积, 确定第一级码本;

第四处理模块, 用于采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整, 确定预编码矩阵。

实施中, 每个垂直维波束分组包含相同数目的垂直维波束;

每个水平维波束分组包含相同数目的水平维波束。

实施中, 每个垂直维波束分组划分的各垂直维波束子分组之间相互不重叠;

每个水平维波束分组划分的各水平维波束子分组之间相互不重叠。

实施中, 所述第三处理模块具体用于:

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积, 确定第一矩阵

$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} & \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix}$, 其中,

$\mathbf{X}_{v,q}$ 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组, $\mathbf{X}_{h,q}$ 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组;

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组, 确定第二矩阵 \mathbf{X}_2 ;

$$\text{确定第一级码本 } \mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}.$$

实施中, 第二矩阵 $\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1$, 或者,

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} & (\mathbf{X}_{v,2}\mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix},$$

或者,

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) & \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2}\mathbf{D}_2) & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q) \end{bmatrix},$$

或者,

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q) \end{bmatrix};$$

其中, \mathbf{B}_q 是一个 $m_q \times m_q$ 对角矩阵, \mathbf{D}_q 是一个 $l_q \times l_q$ 对角矩阵, m_q 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组包含的垂直维波束的个数, l_q 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组包含的水平维波束的个数。

实施中, \mathbf{B}_q 根据 $\mathbf{X}_{v,q}$ 确定或者为预设值, \mathbf{D}_q 根据 $\mathbf{X}_{h,q}$ 确定或者为预设值。

第三方面, 提供了一种设备, 包括处理器和存储器, 处理器用于读取存储器中保存的程序, 按照该程序执行以下过程:

确定垂直维波束向量以及水平维波束向量, 对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组, 以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组, 其中, 相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束, 相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束;

分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组, 以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组, 其中, 任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同;

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波

束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积,确定第一级码本;
采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整,
确定预编码矩阵。

基于上述技术方案,本公开实施例中,通过对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组,以及对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组,根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积,确定第一级码本,使得第一级码本为部分 Kronecker 积结构,相较于完整 Kronecker 积结构,降低了第一级码本包含的波束个数,以及降低了第二级码本反馈的开销。

附图说明

- 图 1 为本公开实施例中确定预编码矩阵的方法流程示意图;
- 图 2 为本公开实施例中确定预编码矩阵的装置结构示意图;
- 图 3 为本公开实施例中设备结构示意图。

具体实施方式

为了使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本公开作进一步地详细描述,显然,所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本公开保护的

范围。
本公开的核心思想为:为了解决 3D MIMO 天线阵列的码本中,第一级码本采用完整的 Kronecker 积的结构使得第二级码本选择所基于的码本数量较大,导致第二级码本反馈开销较高的问题,将第一级码本确定为满足部分 Kronecker 积的结构,以降低第一级码本包含的波束个数。

以下实施例中,根据具体应用场景确定预编码矩阵的主体为终端。

本公开实施例中,如图 1 所示,确定预编码矩阵的详细过程如下:

步骤 101: 确定垂直维波束向量和水平维波束向量,对垂直维波束向量

进行分组得到多个垂直维波束分组，以及对水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组，其中，相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束，相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束。

其中，对垂直维波束向量进行分组，将垂直维波束向量划分为具有等同数目的垂直维波束的多个垂直维波束分组，每个垂直维波束分组包含相同数目的垂直维波束；对水平维波束向量进行分组，将水平维波束向量划分为具有等同数目的水平维波束的多个垂直维波束分组，每个水平维波束分组包含相同数目的水平维波束。

其中，垂直维波束向量和水平维波束向量根据 DFT 向量生成。该 DFT 向量可以是基站和终端预先约定的，或者是基站根据终端的通知消息确定的，或者是终端根据基站的通知消息确定的。

具体地，假设有 N_v 个垂直维波束向量，有 N_h 个水平维波束向量。

对垂直维波束向量进行分组的具体过程如下：

将 N_v 个垂直维波束向量划分为 S_v 个垂直维波束分组，每个垂直维波束分组包含 M_v 个波束，相邻的垂直维波束分组内的波束可以有部分重叠或者完全无重叠，即相邻的垂直维波束分组内至少有一个不重叠的波束，假设相邻垂直维波束分组内不重叠的波束个数为 N_{pv} ，其中 $N_{pv} \geq 1$ 且 $N_{pv} \leq M_v$ ，则第 s_v 个垂直维波束分组表示为公式 (1)：

$$\mathbf{X}_v^{(s_v)} = \left[\mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv}}^v \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + 1}^v \quad \cdots \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + M_v - 1}^v \right] \quad (1)$$

其中， $s_v = 0, 1, 2, \dots, S_v - 1$ 。

其中，第 i 个垂直维波束的定义表示为公式 (2)：

$$\mathbf{v}_i^v = \frac{1}{\sqrt{K_v}} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi}{N_v} i} \\ \vdots \\ e^{j \frac{2\pi}{N_v} (k-1)i} \\ \vdots \\ e^{j \frac{2\pi}{N_v} (K_v - 1)i} \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中, K_v 表示天线的垂直维每个极化方向的端口数。垂直维波束分组是一个 $K_v \times M_v$ 的矩阵。

其中, 在垂直维波束的索引 $s_v \cdot N_{pv} + m > N_v - 1$ 时, 采用取模操作重新计算垂直维波束索引, 如公式 (3) 所示:

$$\text{mod}(s_v \cdot N_{pv} + m, N_v - 1) - 1 \quad (3)$$

其中, $\text{mod}(m, n)$ 表示 m 对 n 求模。

基于与对垂直维波束向量进行分组相同的原理, 对水平维波束向量进行分组的具体过程如下:

将 N_h 个水平维波束向量划分为 S_h 个水平维波束分组, 每个水平维波束分组包含 M_h 个波束, 相邻的水平维波束分组内的波束可以有部分重叠或者完全无重叠, 即相邻的水平维波束分组内至少有一个不重叠的波束, 假设相邻水平维波束分组内不重叠的波束个数为 N_{ph} , 其中 $N_{ph} \geq 1$ 且 $N_{ph} \leq M_h$, 则第 S_h 个水平维波束分组表示为公式 (4):

$$\mathbf{X}_h^{(s_h)} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph}}^h & \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + 1}^h & \cdots & \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + M_h - 1}^h \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中, 第 i 个水平维波束的定义表示为公式 (5):

$$\mathbf{v}_i^h = \frac{1}{\sqrt{K_h}} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j \frac{2\pi}{N_h} i} \\ \vdots \\ e^{j \frac{2\pi}{N_h} (k-1)i} \\ \vdots \\ e^{j \frac{2\pi}{N_h} (K_h-1)i} \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中, K_h 表示天线的水平维每个极化方向的端口数。水平维波束分组是一个 $K_h \times M_h$ 的矩阵。

其中, 在水平维波束的索引 $s_h \cdot N_{ph} + m > N_h - 1$ 时, 采用取模操作重新计算水平维波束索引, 如公式 (6) 所示:

$$\text{mod}(s_h \cdot N_{ph} + m, N_h - 1) - 1 \quad (6)$$

步骤 102: 分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组,

以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，其中，任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同。

实施中，每个垂直维波束分组划分的多个垂直维波束子分组之间相互不重叠；每个水平维波束分组划分的多个水平维波束子分组之间相互不重叠。

以垂直维波束分组的第 s_v 个分组为例，将该垂直维波束分组包含的 M_v 个波束进一步细化为 Q 个垂直维波束子分组，则该垂直维波束分组用公式（7）表示如下：

$$\mathbf{X}_v^{(s_v)} = \left[\mathbf{X}_{v,1}^{(s_v)} \quad \mathbf{X}_{v,2}^{(s_v)} \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,q}^{(s_v)} \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,Q}^{(s_v)} \right] \quad (7)$$

假设垂直维波束子分组 q 包含 m_q 个波束，有 $\sum_{q=1}^Q m_q = M_v$ ，其中，第 q 个垂直维波束子分组可表示为公式（8）：

$$\mathbf{X}_{v,q}^{(s_v)} = \left[\mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + m_1 + \dots + m_{q-1}}^v \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + m_1 + \dots + m_{q-1} + 1}^v \quad \cdots \quad \mathbf{v}_{s_v \cdot N_{pv} + m_1 + \dots + m_{q-1} + m_q - 1}^v \right] \quad (8)$$

该垂直维波束子分组是一个 $K_v \times m_q$ 的矩阵。

类似的，将水平维波束分组包含的 M_h 个波束进一步细化为 Q 个水平维波束子分组，则该水平维波束分组用公式（9）表示为：

$$\mathbf{X}_h^{(s_h)} = \left[\mathbf{X}_{h,1}^{(s_h)} \quad \mathbf{X}_{h,2}^{(s_h)} \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{h,q}^{(s_h)} \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{h,Q}^{(s_h)} \right] \quad (9)$$

假设水平维波束子分组 q 包含 l_q 个波束，有 $\sum_{q=1}^Q l_q = M_h$ ，其中，第 q 个水平维波束子分组可表示为公式（10）：

$$\mathbf{X}_{h,q}^{(s_h)} = \left[\mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + l_1 + \dots + l_{q-1}}^h \quad \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + l_1 + \dots + l_{q-1} + 1}^h \quad \cdots \quad \mathbf{v}_{s_h \cdot N_{ph} + l_1 + \dots + l_{q-1} + l_q - 1}^h \right] \quad (10)$$

该水平维波束子分组是一个 $K_h \times l_q$ 的矩阵。

步骤 103：根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本。

本公开实施例中，第一级码本满足部分 Kronecker 积的结构。

一个具体实施中，确定第一级码本的具体过程如下：

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波

束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，选择一个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与一个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积确定第一矩阵，第一矩阵表示为公式(11)所示：

$$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} & \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix} \quad (11)$$

其中， $\mathbf{X}_{v,q}$ 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组， $\mathbf{X}_{h,q}$ 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组，其中，第一矩阵的列数为 $\sum_{q=1}^Q m_q l_q$ ，第一矩阵的行数为 $K_v \times K_h$ ；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组，确定第二矩阵 \mathbf{X}_2 ，其中，第二矩阵的列数为 $\sum_{q=1}^Q m_q l_q$ ，第二矩阵的行数为 $K_v \times K_h$ ；

确定第一级码本为公式 (12) 所示：

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix} \quad (12)。$$

实施中，根据信道条件选择一个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与一个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积确定第一矩阵。

其中，第二矩阵根据第一矩阵对应的垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组以及水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组确定。第二矩阵包括但不限于以下几种实施方式：

第二矩阵为公式 (13) 所示：

$$\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1 \quad (13)；$$

第二，第二矩阵为公式 (14) 所示：

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} & (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix} \quad (14)$$

第三，第二矩阵为公式 (15) 所示：

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) & \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q) \end{bmatrix}$$

(15)

第四，第二矩阵为公式 (16) 所示：

$$\mathbf{X}_2 = [(\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q)] \quad (16)$$

其中，第二~第四实施方式中， \mathbf{B}_q 是一个 $m_q \times m_q$ 对角矩阵， \mathbf{D}_q 是一个 $l_q \times l_q$ 对角矩阵， m_q 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组包含的垂直维波束的个数， l_q 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组包含的水平维波束的个数。

实施中， \mathbf{B}_q 根据 $\mathbf{X}_{v,q}$ 确定或者为预设值， \mathbf{D}_q 根据 $\mathbf{X}_{h,q}$ 确定或者为预设值。

根据第一级码本 \mathbf{W}_1 的表达式可知，第一级码本是部分 Kronecker 积的结构，每个对角块的列数为 $\sum_{q=1}^Q m_q l_q$ ，即每个 \mathbf{W}_1 中包含 $\sum_{q=1}^Q m_q l_q$ 个波束。如果第

一级码本采用完整 Kronecker 积的结构，则每个 \mathbf{W}_1 中包含 $\sum_{q=1}^Q m_q \cdot \sum_{q=1}^Q l_q$ 个波束，可见，部分 Kronecker 积的结构降低了第一级码本中波束的个数，使得第二级码本选择所基于的码本数量减少，降低了第二级码本反馈开销。

步骤 104：采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整，确定预编码矩阵。

其中，第二级码本的实现不是本公开所关注的重点，可以采用相关技术实现，根据具体应用第二级码本可以预先设定或者通过计算得到。

其中，第二级码本满足：每一列的每个方向都是一个单位向量。

较佳地，第二级码本采用部分 Kronecker 积的结构。

一个具体实施中，第二级码本可表示为公式 (17) 所示：

$$\mathbf{W}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 & \cdots & \mathbf{Y}_r \\ \alpha_1 \mathbf{Y}_1 & \alpha_2 \mathbf{Y}_2 & \cdots & \alpha_r \mathbf{Y}_r \end{bmatrix} \quad (17)$$

其中， \mathbf{Y}_i 是长度为 $\sum_{q=1}^Q m_q l_q$ 的列选择向量，即 \mathbf{Y}_i 有且仅有 1 个元素为 1，其他元素均为 0，作用是从 \mathbf{W}_1 矩阵的对角块中选择出一列。 α_i 用于在两组极化天线之间进行相位调整， $\alpha_i \in \{e^{j\frac{2\pi}{T}}, t = 0, 1, \dots, T-1\}$ ， \mathbf{W}_2 为 $(2 \cdot \sum_{q=1}^Q m_q l_q) \times r$ 维

矩阵， r 是预编码矩阵的列数，也称为秩(rank)。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了一种预编码矩阵确定装置，该装置的具体实施可上述方法部分的描述，重复之处不再赘述，如图 2 所示，该装置主要包括：

第一处理模块 201，用于确定垂直维波束向量以及水平维波束向量，对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组，以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组，其中，相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束，相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束；

第二处理模块 202，用于分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组，以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，其中，任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同；

第三处理模块 203，用于根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本；

第四处理模块 204，用于采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整，确定预编码矩阵。

实施中，每个垂直维波束分组包含相同数目的垂直维波束；每个水平维波束分组包含相同数目的水平维波束。

实施中，每个垂直维波束分组划分的各垂直维波束子分组之间相互不重叠；每个水平维波束分组划分的各水平维波束子分组之间相互不重叠。

实施中，所述第三处理模块 203 具体用于：

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一矩阵

$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} & \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix}$ ，其中， $\mathbf{X}_{v,q}$ 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组， $\mathbf{X}_{h,q}$ 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波

束分组划分的每个水平维波束子分组，确定第二矩阵 \mathbf{X}_2 ；

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}。$$

确定第一级码本

其中，第二矩阵 $\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1$ ，或者，

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} & (\mathbf{X}_{v,2}\mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix}，或$$

者，

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) & \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2}\mathbf{D}_2) & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q) \end{bmatrix}，或$$

者，

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q) \end{bmatrix}；$$

其中， \mathbf{B}_q 是一个 $m_q \times m_q$ 对角矩阵， \mathbf{D}_q 是一个 $l_q \times l_q$ 对角矩阵， m_q 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组包含的垂直维波束的个数， l_q 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组包含的水平维波束的个数。

其中， \mathbf{B}_q 根据 $\mathbf{X}_{v,q}$ 确定或者为预设值， \mathbf{D}_q 根据 $\mathbf{X}_{h,q}$ 确定或者为预设值。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了一种设备，该设备的具体实施可参见上述方法实施例部分的描述，重复之处不再赘述，如图 3 所示，该设备主要包括处理器 301 和存储器 302，存储器 302 中保存有预设的程序，处理器 301 用于读取存储器 302 中保存的程序，按照该程序执行以下过程：

确定垂直维波束向量以及水平维波束向量，对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组，以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组，其中，相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束，相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束；

分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组，以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，其中，任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本；

采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整，确定预编码矩阵。

实施中，每个垂直维波束分组包含相同数目的垂直维波束；每个水平维波束分组包含相同数目的水平维波束。

实施中，每个垂直维波束分组划分的多个垂直维波束子分组之间相互不重叠；每个水平维波束分组划分的多个水平维波束子分组之间相互不重叠。

实施中，处理器 301 根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一矩阵 $\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} & \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix}$ ，其中， $\mathbf{X}_{v,q}$ 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组， $\mathbf{X}_{h,q}$ 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组，确定第二矩阵 \mathbf{X}_2 ；

$$\text{确定第一级码本 } \mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}。$$

其中，第二矩阵 $\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1$ ，或者，

$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} & (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix}$ ，或者，

$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) & \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q) \end{bmatrix}$ ，或者，

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q) \end{bmatrix}；$$

其中， \mathbf{B}_q 是一个 $m_q \times m_q$ 对角矩阵， \mathbf{D}_q 是一个 $l_q \times l_q$ 对角矩阵， m_q 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组包含的垂直维波束的个数， l_q 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组包含的水平维波束的个数。

其中， \mathbf{B}_q 根据 $\mathbf{X}_{v,q}$ 确定或者为预设值， \mathbf{D}_q 根据 $\mathbf{X}_{h,q}$ 确定或者为预设值。

基于上述技术方案，本公开实施例中，通过对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组，以及对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本，使得第一级码本为部分 Kronecker 积结构，相较于完整 Kronecker

积结构，降低了第一级码本包含的波束个数，以及降低了第二级码本反馈的开销。

本领域内的技术人员应明白，本公开的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本公开可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本公开可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本公开是参照根据本公开实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和 / 或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和 / 或方框图中的每一流程和 / 或方框、以及流程图和 / 或方框图中的流程和 / 或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

显然，本领域的技术人员可以对本公开进行各种改动和变型而不脱离本公开的精神和范围。这样，倘若本公开的这些修改和变型属于本公开权利要求及其等同技术的范围之内，则本公开也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求书

1、一种预编码矩阵确定方法，包括：

确定垂直维波束向量以及水平维波束向量，对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组，以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组，其中，相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束，相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束；

分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组，以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，其中，任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本；

采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整，确定预编码矩阵。

2、如权利要求 1 所述的方法，其中，每个垂直维波束分组包含相同数目的垂直维波束；

每个水平维波束分组包含相同数目的水平维波束。

3、如权利要求 2 所述的方法，其中，每个垂直维波束分组划分的各垂直维波束子分组之间相互不重叠；

每个水平维波束分组划分的各水平维波束子分组之间相互不重叠。

4、如权利要求 3 所述的方法，其中，根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本，包括：

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一矩阵

$\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} & \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix}$ ，其中，

$\mathbf{X}_{v,q}$ 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组， $\mathbf{X}_{h,q}$ 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组，确定第二矩阵 \mathbf{X}_2 ；

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}.$$

确定第一级码本

5、如权利要求 4 所述的方法，其中，第二矩阵 $\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1$ ，或者，

$$\mathbf{X}_2 = \left[(\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} \quad (\mathbf{X}_{v,2}\mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \right],$$

或者，

$$\mathbf{X}_2 = \left[\mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) \quad \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2}\mathbf{D}_2) \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) \quad \cdots \quad \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q) \right],$$

或者，

$$\mathbf{X}_2 = \left[(\mathbf{X}_{v,1}\mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1}\mathbf{D}_1) \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,q}\mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q}\mathbf{D}_q) \quad \cdots \quad (\mathbf{X}_{v,Q}\mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q}\mathbf{D}_Q) \right];$$

其中， \mathbf{B}_q 是一个 $m_q \times m_q$ 对角矩阵， \mathbf{D}_q 是一个 $l_q \times l_q$ 对角矩阵， m_q 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组包含的垂直维波束的个数， l_q 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组包含的水平维波束的个数。

6、如权利要求 5 所述的方法，其中， \mathbf{B}_q 根据 $\mathbf{X}_{v,q}$ 确定或者为预设值， \mathbf{D}_q 根据 $\mathbf{X}_{h,q}$ 确定或者为预设值。

7、一种预编码矩阵确定装置，包括：

第一处理模块，用于确定垂直维波束向量以及水平维波束向量，对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组，以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组，其中，相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束，相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束；

第二处理模块，用于分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组，以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，其中，任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同；

第三处理模块，用于根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本；

第四处理模块，用于采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波

束并进行相位调整，确定预编码矩阵。

8、如权利要求7所述的装置，其中，每个垂直维波束分组包含相同数目的垂直维波束；

每个水平维波束分组包含相同数目的水平维波束。

9、如权利要求8所述的装置，其中，每个垂直维波束分组划分的各垂直维波束子分组之间相互不重叠；

每个水平维波束分组划分的各水平维波束子分组之间相互不重叠。

10、如权利要求9所述的装置，其中，所述第三处理模块具体用于：

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一矩阵 $\mathbf{X}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes \mathbf{X}_{h,1} & \mathbf{X}_{v,2} \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix}$ ，其中， $\mathbf{X}_{v,q}$ 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组， $\mathbf{X}_{h,q}$ 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组，确定第二矩阵 \mathbf{X}_2 ；

确定第一级码本 $\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_2 \end{bmatrix}$ 。

11、如权利要求10所述的装置，其中，第二矩阵 $\mathbf{X}_2 = \mathbf{X}_1$ ，或者，

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes \mathbf{X}_{h,1} & (\mathbf{X}_{v,2} \mathbf{B}_2) \otimes \mathbf{X}_{h,2} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes \mathbf{X}_{h,q} & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes \mathbf{X}_{h,Q} \end{bmatrix},$$

或者，

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_{v,1} \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) & \mathbf{X}_{v,2} \otimes (\mathbf{X}_{h,2} \mathbf{D}_2) & \cdots & \mathbf{X}_{v,q} \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) & \cdots & \mathbf{X}_{v,Q} \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q) \end{bmatrix},$$

或者，

$$\mathbf{X}_2 = \begin{bmatrix} (\mathbf{X}_{v,1} \mathbf{B}_1) \otimes (\mathbf{X}_{h,1} \mathbf{D}_1) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,q} \mathbf{B}_q) \otimes (\mathbf{X}_{h,q} \mathbf{D}_q) & \cdots & (\mathbf{X}_{v,Q} \mathbf{B}_Q) \otimes (\mathbf{X}_{h,Q} \mathbf{D}_Q) \end{bmatrix};$$

其中， \mathbf{B}_q 是一个 $m_q \times m_q$ 对角矩阵， \mathbf{D}_q 是一个 $l_q \times l_q$ 对角矩阵， m_q 表示垂直维波束分组 \mathbf{X}_v 的第 q 个垂直维波束子分组包含的垂直维波束的个数， l_q 表示水平维波束分组 \mathbf{X}_h 的第 q 个水平维波束子分组包含的水平维波束的个数。

12、如权利要求11所述的装置，其中， \mathbf{B}_q 根据 $\mathbf{X}_{v,q}$ 确定或者为预设值， \mathbf{D}_q 根据 $\mathbf{X}_{h,q}$ 确定或者为预设值。

13、一种预编码矩阵确定设备，包括：处理器和存储器，所述处理器用

于读取所述存储器中保存的程序，按照该程序执行以下过程：

确定垂直维波束向量以及水平维波束向量，对所述垂直维波束向量进行分组得到多个垂直维波束分组，以及对所述水平维波束向量进行分组得到多个水平维波束分组，其中，相邻垂直维波束分组内包含至少一个不重叠的垂直维波束，相邻水平维波束分组内包含至少一个不重叠的水平维波束；

分别对每个垂直维波束分组进行划分得到垂直维波束子分组，以及分别对每个水平维波束分组进行划分得到水平维波束子分组，其中，任意一个垂直维波束分组划分的垂直维波束子分组的个数与任意一个水平维波束分组划分的水平维波束子分组的个数相同；

根据每个垂直维波束分组划分的每个垂直维波束子分组与每个水平维波束分组划分的每个水平维波束子分组之间的 Kronecker 积，确定第一级码本；

采用第二级码本从确定的第一级码本中选择多列波束并进行相位调整，确定预编码矩阵。

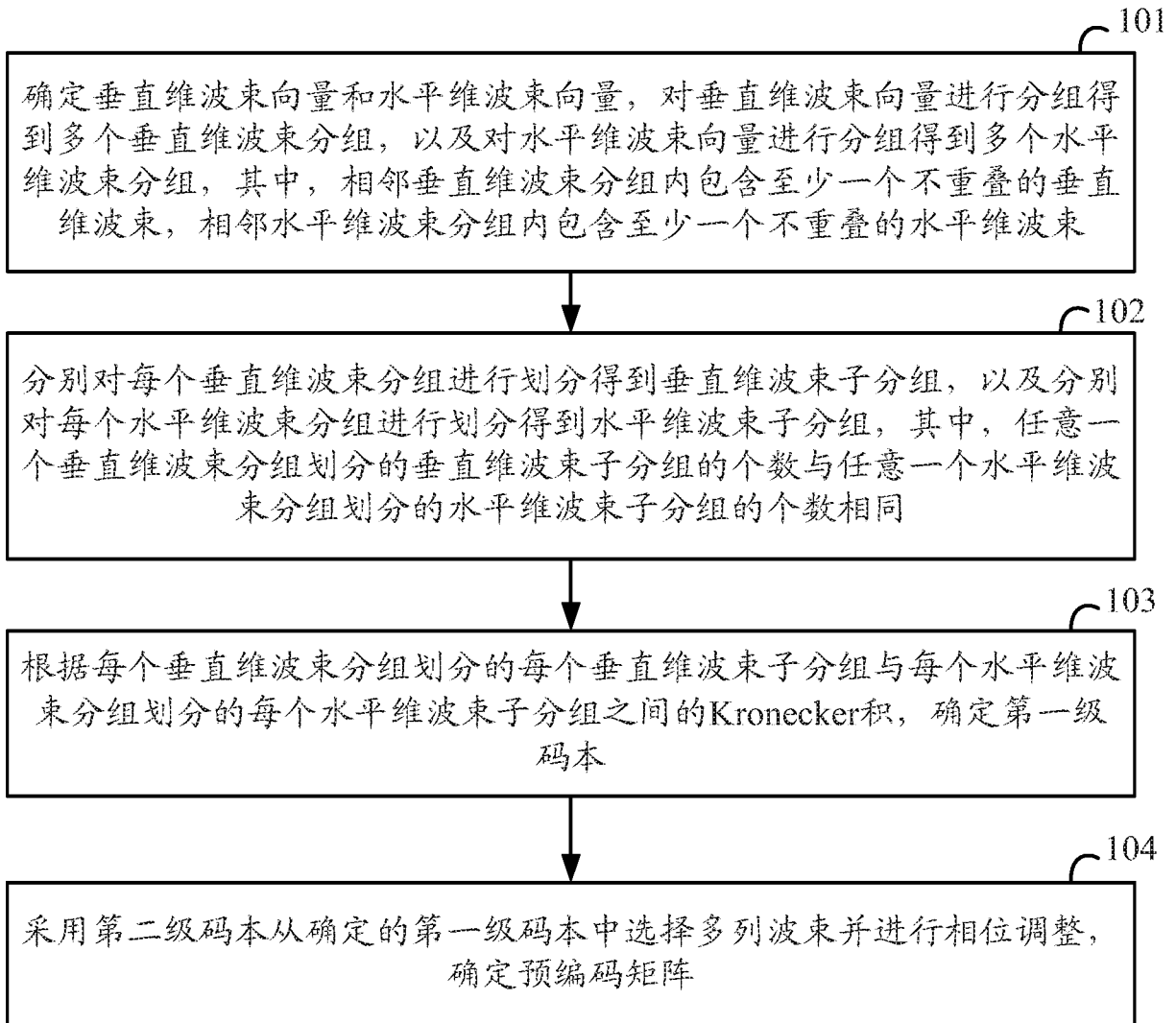


图 1

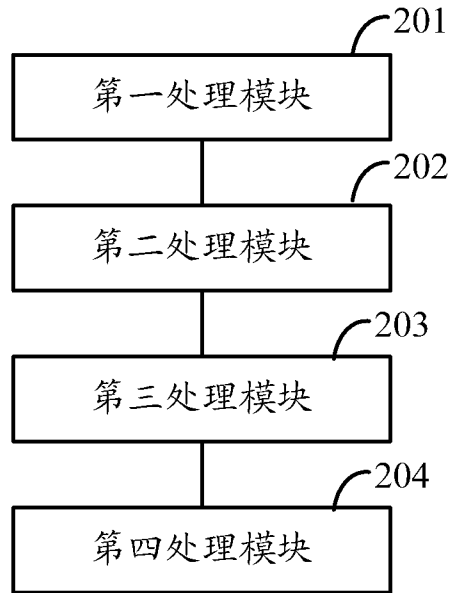


图 2

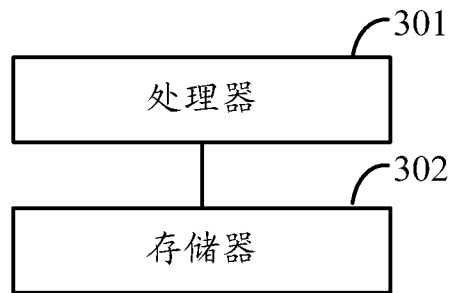


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/093996

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: codebook, direct product, horizontal, code, kronecker, precod+, vertical, code+, set, group

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104506281 A (XIDIAN UNIVERSITY), 08 April 2015 (08.04.2015), description, paragraphs [0070]-[0089]	1-13
A	CN 103957041 A (SOUTHEAST UNIVERSITY; NEC CHINA CO., LTD.), 30 July 2014 (30.07.2014), the whole document	1-13
A	CN 103152140 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 12 June 2013 (12.06.2013), the whole document	1-13
A	WO 2015042986 A1 (FUJITSU LIMITED), 02 April 2015 (02.04.2015), the whole document	1-13
A	WO 2014052806 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.), 03 April 2014 (03.04.2014), the whole document	1-13
A	US 2014177745 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC), 26 June 2014 (26.06.2014), the whole document	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search

14 September 2016 (14.09.2016)

Date of mailing of the international search report

31 October 2016 (31.10.2016)

Name and mailing address of the ISA/CN:
 State Intellectual Property Office of the P. R. China
 No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
 Haidian District, Beijing 100088, China
 Facsimile No.: (86-10) 62019451

Authorized officer

JIANG, Li

Telephone No.: (86-10) **61648235**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/093996

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104506281 A	08 April 2015	None	
CN 103957041 A	30 July 2014	None	
CN 103152140 A	12 June 2013	CN 103152140 B	02 March 2016
WO 2015042986 A1	02 April 2015	CN 105519022 A	20 April 2016
		US 2016204842 A1	14 July 2016
		EP 3054612 A1	10 August 2016
WO 2014052806 A1	03 April 2014	EP 2901571 A1	05 August 2015
		JP 2015536099 A	17 December 2015
		US 2014098689 A1	10 April 2014
		TW 201429182 A	16 July 2014
US 2014177745 A1	26 June 2014	CN 105264787 A	20 January 2016
		US 8976884 B2	10 March 2015
		EP 2936701 A1	28 October 2015
		KR 20150097774 A	26 August 2015
		WO 2014099341 A1	26 June 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/093996

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04B 7/04(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04B H04L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC:垂直, 水平, 分组, 集, 码本, 预编码, 直积, horizontal, code, kronecker, precod+, vertical, code+, set, group</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 104506281 A (西安电子科技大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第[0070]-[0089]段</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103957041 A (东南大学日电中国有限公司) 2014年 7月 30日 (2014 - 07 - 30) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103152140 A (东南大学) 2013年 6月 12日 (2013 - 06 - 12) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2015042986 A1 (富士通株式会社) 2015年 4月 2日 (2015 - 04 - 02) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2014052806 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 2014年 4月 3日 (2014 - 04 - 03) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014177745 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 全文</td> <td>1-13</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 104506281 A (西安电子科技大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第[0070]-[0089]段	1-13	A	CN 103957041 A (东南大学日电中国有限公司) 2014年 7月 30日 (2014 - 07 - 30) 全文	1-13	A	CN 103152140 A (东南大学) 2013年 6月 12日 (2013 - 06 - 12) 全文	1-13	A	WO 2015042986 A1 (富士通株式会社) 2015年 4月 2日 (2015 - 04 - 02) 全文	1-13	A	WO 2014052806 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 2014年 4月 3日 (2014 - 04 - 03) 全文	1-13	A	US 2014177745 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 全文	1-13
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 104506281 A (西安电子科技大学) 2015年 4月 8日 (2015 - 04 - 08) 说明书第[0070]-[0089]段	1-13																					
A	CN 103957041 A (东南大学日电中国有限公司) 2014年 7月 30日 (2014 - 07 - 30) 全文	1-13																					
A	CN 103152140 A (东南大学) 2013年 6月 12日 (2013 - 06 - 12) 全文	1-13																					
A	WO 2015042986 A1 (富士通株式会社) 2015年 4月 2日 (2015 - 04 - 02) 全文	1-13																					
A	WO 2014052806 A1 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 2014年 4月 3日 (2014 - 04 - 03) 全文	1-13																					
A	US 2014177745 A1 (MOTOROLA MOBILITY LLC) 2014年 6月 26日 (2014 - 06 - 26) 全文	1-13																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																							
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2016年 9月 14日	2016年 10月 31日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员																						
中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	蒋莉																						
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)61648235																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/093996

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104506281	A	2015年 4月 8日	无			
CN	103957041	A	2014年 7月 30日	无			
CN	103152140	A	2013年 6月 12日	CN	103152140	B	2016年 3月 2日
WO	2015042986	A1	2015年 4月 2日	CN	105519022	A	2016年 4月 20日
				US	2016204842	A1	2016年 7月 14日
				EP	3054612	A1	2016年 8月 10日
WO	2014052806	A1	2014年 4月 3日	EP	2901571	A1	2015年 8月 5日
				JP	2015536099	A	2015年 12月 17日
				US	2014098689	A1	2014年 4月 10日
				TW	201429182	A	2014年 7月 16日
US	2014177745	A1	2014年 6月 26日	CN	105264787	A	2016年 1月 20日
				US	8976884	B2	2015年 3月 10日
				EP	2936701	A1	2015年 10月 28日
				KR	20150097774	A	2015年 8月 26日
				WO	2014099341	A1	2014年 6月 26日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)