

(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 11 月 16 日 (16.11.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/194007 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 7/04 (2017.01) **H04B 7/06** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/084184
- (22) 国际申请日: 2017 年 5 月 12 日 (12.05.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610323177.4 2016 年 5 月 13 日 (13.05.2016) CN
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 武露(WU, Lu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

黄逸(HUANG, Yi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (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, DJ, 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, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: TWO-STAGE PRECODING METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种二级预编码方法及装置

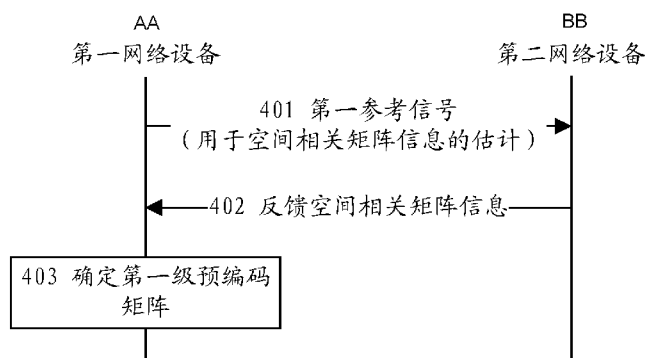


图 4

- 401 First reference signal (for estimating spatial correlation matrix information)
402 Feed spatial correlation matrix information back
403 Determine a first-stage precoding matrix
AA First network apparatus
BB Second network apparatus

(57) Abstract: The present application relates to the field of wireless communications, and particularly relates to a two-stage precoding technique and channel information feedback technique in a wireless communication system. The two-stage precoding method comprises: a first network apparatus sends a first reference signal to be used by a second network apparatus to estimate spatial correlation matrix information; and the first network apparatus receives the spatial correlation matrix information fed back by a user, and determines, according to the spatial correlation matrix information, a first stage precoding matrix. The solution provided by the present application enables performance improvement of a two-stage precoding system by means of applying the two-stage precoding method comprising a spatial correlation information feedback scheme.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, 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))。

(57) 摘要： 本申请涉及无线通信领域，尤其涉及无线通信系统中的二级预编码技术以及信道信息反馈技术。在一种二级预编码方法中，第一网络设备发送第一参考信号用于第二网络设备进行空间相关矩阵信息的估计，第一网络设备接收用户反馈的空间相关矩阵信息，并根据所述空间相关矩阵信息确定第一级预编码矩阵。通过本申请提供的方案，旨在通过包含空间相关矩阵信息反馈方案的二级预编码方法的应用，提升二级预编码系统的性能。

一种二级预编码方法及装置

技术领域

本申请涉及无线通信领域，尤其涉及无线通信系统中的二级预编码技术以及信道信息反

背景技术

Massive MIMO (Massive Multiple-Input Multiple-Output, 大规模多入多出技术) 是业界公认的 5G (the 5th Generation mobile communication, 第五代移动通信) 关键技术，通过使用大规模天线，实现频谱效率的显著提升。由于未来 5G 系统要求低时延、高能量效率、高成本效率和高频谱效率，Massive MIMO 如果采用传统预编码架构，在基带实现预编码，中射频通道数与发送天线数相同，基带处理复杂度和中射频实现复杂度及成本都会很高。为解决这一问题，二级预编码成为 Massive MIMO 的一个热点研究问题，通过中射频的第一级预编码实现空间降维，降低了复杂度和成本，通过基带的第二级预编码实现多用户干扰抑制。现有二级预编码研究绝大多数针对可以利用上下行信道互异性的系统，例如 LTE (Long Term Evolution, 长期演进) TDD (Time Division Duplex, 时分双工) 系统，通过上行导频信号估计获取下行信道信息但是，对于上下行不在相同频段的系统，例如 LTE FDD (Frequency Division Duplex, 频分双工) 系统，目前缺乏可以应用于 DBF (Digital Beamforming, 数字预编码或数字波束成形) 硬件架构或者全连接二级 HBF (Hybrid Analog and Digital Beamforming, 混合模拟和数字预编码或混合模拟和数字波束成形) 硬件架构下且性能满足系统需求的二级预编码解决方案，尤其是其中的信道信息反馈方案尤为缺乏。故需要一种包括信道信息反馈方案，且在 DBF 硬件架构或者全连接二级 HBF 硬件架构下应用也可以获得较优性能的二级预编码方案。

发明内容

本文描述了一种二级预编码方法，装置和系统，旨在通过包含空间相关矩阵信息反馈方案的二级预编码方法的应用，提升二级预编码系统的性能。

第一方面，本申请的实施例提供一种二级预编码方法。方法包括第一网络设备发送第一参考信号，所述第一参考信号用于空间相关矩阵信息的估计；第一网络设备接收第二网络设备发送的空间相关矩阵信息；第一网络设备根据所述空间相关矩阵信息确定第一级预编码矩阵。其中，所述空间相关矩阵定义为 $\mathbf{R} = E(\mathbf{H}^H \mathbf{H})$ ，其中 $\mathbf{H}$ 是 $M \times N$ 信道矩阵， M 是接收天线数， N 是发送天线数。在二级预编码系统中，根据第二网络设备反馈的空间相关矩阵信息来确定第一级预编码矩阵，相对于采用指定的第一级预编码矩阵，可以基于小区所有用户的空间相关信息更加准确和灵活的实现小区级的空间划分、自适应的将信号波束指向小区内一个或者多个主要的用户方向，从而提升二级预编码系统的性能。

在一个可能的设计中，所述第一参考信号包括：一组在水平天线阵列上发送的参考信号和一组在垂直天线阵列上发送的参考信号。可选的，所述一组在水平天线阵列上发送的参考信号和一组在垂直天线阵列上发送的参考信号可以是：一组在 N_1 个天线端口上发送的参考信号和一组在 $2N_2$ 个天线端口上发送的参考信号，其中， N_1 是天线阵列每一列中相同极化方向

的天线单元个数, 所述 N_1 个天线端口由天线阵列同一列中相同极化方向的 N_1 个天线单元组成, N_2 是天线阵列的列数, 所述 $2N_2$ 个天线端口由天线阵列同一行中两个极化方向的 $2N_2$ 个天线单元组成; 或者一组在 $2N_1$ 个天线端口上发送的参考信号和一组在 N_2 个天线端口上发送的参考信号, 其中, N_1 是天线阵列每一列中相同极化方向的天线单元个数, 所述 $2N_1$ 个天线端口由天线阵列同一列中两个极化方向的 $2N_1$ 个天线单元组成, N_2 是天线阵列的列数, 所述 N_2 个天线端口由天线阵列同一行中相同极化方向的 N_2 个天线单元组成。通过分别在水平天线阵列和垂直天线阵列上发送的参考信号, 可以使得第二网络设备分别测量水平和垂直天线阵列的信道, 并根据所估计的信道信息量化并反馈上述两个维度上的信道相关矩阵所对应的码字, 从而使得第一网络设备可以根据上述两个维度上的信道相关矩阵所对应的码字计算出完整的空间相关矩阵。可选的, 第一网络设备可以通过信令指示第二网络设备需要使用的量化信道相关矩阵的码本, 而不需要另行通知第二网络设备当前发送的参考信号是水平天线阵列还是垂直天线阵列发送的。

在另一个可能的设计中, 所述第一参考信号包括: N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号, 且所述 N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号的 N 个波束方向相互正交, 其中 N 为天线阵列的天线单元数, S 为天线端口数, 且有 $S \leq N$ 。通过发送 N 个波束方向正交的参考信号, 可以使得第二网络设备测量完整的物理信道, 进而估计、量化和反馈空间相关矩阵信息给第一网络设备。同时, 此种参考信号的发送方式可以同时适用于 DBF (Digital Beamforming, 数字预编码或数字波束成形) 架构和 HBF (Hybrid Analog and Digital Beamforming, 混合模拟和数字预编码或混合模拟和数字波束成形) 架构, 可以支持更灵活的硬件架构的使用。可选的, 第一网络设备可以通过信令指示第二网络设备用于发送参考信号的权值, 天线单元数 N , 水平同极化天线单元数 N_2 和垂直同极化天线单元数 N_1 , 以便第二网络设备估计、量化空间相关矩阵并反馈空间相关矩阵信息。

在一个可能的设计中, 所述空间相关矩阵信息包括第一码本的码字索引和第二码本的码字索引。在一个具体的设计中, 第一网络设备通过第一码本的码字 $\hat{\mathbf{R}}_1$ 和第二码本的码字 $\hat{\mathbf{R}}_2$ 计算所述空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$, 其中 $\otimes$ 表示矩阵间的克罗内克积 (kronecker product)。

在另一个可能的设计中, 所述空间相关矩阵信息包括空间相关矩阵的码字索引。在一个具体的设计中, 第一网络设备接收第二网络设备反馈的空间相关矩阵的码字索引, 并根据所接收到的码字索引在空间相关矩阵码本中确定空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$, 其中空间相关矩阵码本中的码字满足 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$, $\otimes$ 表示矩阵间的克罗内克积 (kronecker product), $\hat{\mathbf{R}}_1$ 为第一码本的码字, $\hat{\mathbf{R}}_2$ 为第二码本的码字。

在一个可能的设计中, 所述第一码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_1$ 满足 $\hat{\mathbf{R}}_1 = \mathbf{U}(\rho_1, n_1)$, 其中,

$$\mathbf{U}(\rho_1, n_1) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_1^{n_1-1} \\ \rho_1^* & 1 & \cdots & \rho_1^{n_1-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_1^*)^{n_1-1} & (\rho_1^*)^{n_1-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_1 = \alpha_1 e^{j\theta_1}$, ($0 \leq \alpha_1 \leq 1, 0 \leq \theta_1 < 2\pi$) 表示天线阵列中单极化天线阵列中相邻天线单元的相关系数, n_1 为所述单极化天线阵列中的天线单元数, 所述单极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中相同极化方向的天线单元组成。

在一个可能的设计中, 所述第二码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_2$ 满足

$$\hat{\mathbf{R}}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_1 e^{j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \\ \beta_1 e^{-j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_2 \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \end{bmatrix},$$

其中,

$$\mathbf{U}(\rho_2, n_2) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_2 & \cdots & \rho_2^{n_2-1} \\ \rho_2^* & 1 & \cdots & \rho_2^{n_2-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_2^*)^{n_2-1} & (\rho_2^*)^{n_2-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_2 = \alpha_2 e^{j\theta_2}$, ($0 \leq \alpha_2 \leq 1, 0 \leq \theta_2 < 2\pi$) 表示天线阵列中交叉极化天线阵列中的同极化相邻天线单元的相关系数, β_1 , ϕ_1 以及 β_2 表示两个极化方向天线单元之间的相关性, 且有 $\beta_1 \geq 0$, $0 \leq \phi_1 < 2\pi$ 以及 $\beta_2 > 0$, n_2 为所述交叉极化天线阵列中的同极化方向的天线单元数, 所述交叉极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中两个极化方向的天线单元组成。

在一个可能的设计中, 所述二级预编码方法还包括: 第一网络设备发送经过所述第一级预编码矩阵编码的第二参考信号, 所述第二参考信号用于第二级预编码矩阵指示的确定; 第一网络设备接收第二网络设备发送的第二级预编码矩阵指示; 第一网络设备根据接收到的第二级预编码矩阵指示确定第二级预编码矩阵; 第一网络设备采用所述第一级预编码矩阵和所述第二级预编码矩阵对下行数据进行二级预编码; 第一网络设备发送经过所述二级预编码的下行数据。需要说明的是, 所述下行数据可以包括业务信息、控制信令等承载在下行物理信道上的任意类型的信息, 本申请对此不做限定。

在一个可能的设计中, 第一网络设备发送第一级预编码矩阵信息给第二网络设备, 用于第二级预编码矩阵指示的确定。可选的, 第一网络设备在第一级预编码码本中确定第一级预编码矩阵对应的码字; 第一网络设备发送第一级预编码矩阵对应的码字索引给第二网络设备, 用于所述第二级预编码矩阵指示的确定。

在一个可能的设计中, 第一网络设备根据第一级预编码矩阵对应的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 以及空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 确定等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \hat{\mathbf{C}}^H \hat{\mathbf{R}} \hat{\mathbf{C}}$; 根据第二网络设备上报的第二级预编码矩阵指示确定码字 $\mathbf{W}'$; 根据基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 确定第二网络设备的自适应码字; 再根据多个第二网络设备的自适应码字确定最终的第二级预编码矩阵。其中, 所述等价信道是指第二网络设备测量到的包括第一级预编码矩阵的信道矩阵 $\mathbf{H}_{\text{eff}} = \mathbf{H} \mathbf{C}$, 其中 $\mathbf{H}$ 为真实的信道矩阵, $\mathbf{C}$ 为第一级预编码矩阵。可选的, 码字 $\mathbf{W}'$ 的码本可以是 DFT (Discrete Fourier Transform, 离散傅立叶变换) 码本或者 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的用于 PMI (Precoding Matrix Indicator, 预编码矩阵指示) 反馈的码本, 也可以是其他形式的可以表征信道信息的码本形式。通过基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 的定义, 可以更准确的描述下行等价信道的相关性特征, 提升第二级预编码矩阵的准确性, 从而提升二级预编码系统的性能。可选的, 第一网络设备可以指示第二网络设备所使用的基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构是否采用本申请实施例所提供的 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 形式。

在一个可能的设计中, 第一网络设备根据第一级预编码矩阵 $\mathbf{C}$ 以及空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 确定等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \mathbf{C}^H \hat{\mathbf{R}} \mathbf{C}$; 根据第二网络设备上报的第二级预编码矩阵指示确定码字 $\mathbf{W}'$; 根据基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 确定第二网络设备的

自适应码字；再根据多个第二网络设备的自适应码字确定最终的二级预编码矩阵。

在一个可能的设计中，所述第一级预编码码本中的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 满足：

$$\hat{\mathbf{C}} = [\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_S],$$

其中， $\mathbf{v}_1 \sim \mathbf{v}_S$ 是 $N \times 1$ 维互不相同的列向量；或者

5

$$\hat{\mathbf{C}} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 & & & \\ & \mathbf{v}_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{v}_S \end{bmatrix},$$

10

其中， $\mathbf{v}_1 \sim \mathbf{v}_S$ 是 $(N/S) \times 1$ 维列向量， N 为天线阵列的天线单元数， S 为天线端口数，且有 $S \leq N$ 。通过本申请实施例所提供的第一级预编码码本的码字形式，可以使得本申请实施例所提供的二级预编码方法可以应用于不同的硬件架构下，从而通过选择性能更优的硬件架构，例如 DBF 架构或者全连接 HBF 架构，提升二级预编码系统的性能。可选的，第一网络设备可以指示第二网络设备所使用的第一级预编码码本的码字类型。

在一个可能的设计中，所述空间相关矩阵信息的反馈周期大于所述二级预编码矩阵指示的反馈周期。

15

第二方面，本申请实施例提供一种二级预编码方法。方法包括：一种二级预编码方法，包括：第二网络设备接收第一网络设备发送的第一参考信号；第二网络设备根据接收到的所述第一参考信号估计空间相关矩阵信息；第二网络设备发送所述空间相关矩阵信息给第一网络设备。

20

在一个可能的设计中，所述第一参考信号包括：一组在水平天线阵列上发送的参考信号和一组在垂直天线阵列上发送的参考信号。可选的，所述一组在水平天线阵列上发送的参考信号和一组在垂直天线阵列上发送的参考信号可以是：一组在 N_1 个天线端口上发送的参考信号和一组在 $2N_2$ 个天线端口上发送的参考信号，其中， N_1 是天线阵列每一列中相同极化方向的天线单元个数，所述 N_1 个天线端口由天线阵列同一列中相同极化方向的 N_1 个天线单元组成， N_2 是天线阵列的列数，所述 $2N_2$ 个天线端口由天线阵列同一行中两个极化方向的 $2N_2$ 个天线单元组成；或者一组在 $2N_1$ 个天线端口上发送的参考信号和一组在 N_2 个天线端口上发送的参考信号，其中， N_1 是天线阵列每一列中相同极化方向的天线单元个数，所述 $2N_1$ 个天线端口由天线阵列同一列中两个极化方向的 $2N_1$ 个天线单元组成， N_2 是天线阵列的列数，所述 N_2 个天线端口由天线阵列同一行中相同极化方向的 N_2 个天线单元组成。通过接收分别在水平天线阵列和垂直天线阵列上发送的参考信号，第二网络设备可以分别测量水平和垂直天线阵列的信道，并根据所估计的信道信息量化并反馈上述两个维度上的信道相关矩阵所对应的码字，从而使得第一网络设备可以根据上述两个维度上的信道相关矩阵所对应的码字计算出完整的空间相关矩阵。可选的，第二网络设备还可以接收第一网络设备指示获知需要使用的量化信道相关矩阵的码本，而不需要知道当前接收到的参考信号是水平天线阵列还是垂直天线阵列发送的。

25

30

35

在另一个可能的设计中，所述第一参考信号包括： N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号，且所述 N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号的 N 个波束方向相互正交，其中 N 为天线阵列的天线单元数， S 为天线端口数，且有 $S \leq N$ 。通过接收 N 个波束方向正交的参考信号，第二网络设备可以测量完整的物理信道，进而估计、量化和反馈空间相关矩阵信息给第一网络设备。同时，此种参考信号的发送方式可以同时适用于 DBF 架构和 HBF 架构，可以支

持更灵活的硬件架构的使用。可选的,第二网络设备可以接收第一网络设备通过信令指示的用于发送参考信号的权值,天线单元数 N , 水平同极化天线单元数 N_2 和垂直同极化天线单元数 N_1 , 以便第二网络设备估计、量化空间相关矩阵并反馈空间相关矩阵信息。

5 在一个可能的设计中,所述空间相关矩阵信息包括第一码本的码字索引和第二码本的码字索引。在一个具体的设计中,第二网络设备根据所接收到的参考信号,分别测量水平和垂直天线阵列的信道以及对应的信道相关矩阵,再结合相应的码本,分别确定第一码本的码字索引和第二码本的码字索引。在另一个具体的设计中,第二网络设备根据所接收到的参考信号,测量出完整的信道信息以及空间相关矩阵,根据空间相关矩阵的码本结构 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$ 分别确定第一码本的码字和第二码本的码字,其中 $\otimes$ 表示矩阵间的克罗内克积 (kronecker product), $\hat{\mathbf{R}}_1$ 为第一码本的码字, $\hat{\mathbf{R}}_2$ 为第二码本的码字。

10 在另一个可能的设计中,所述空间相关矩阵信息包括空间相关矩阵的码字索引。在一个具体的设计中,第二网络设备根据所接收到的参考信号,分别测量水平和垂直天线阵列的信道以及对应的信道相关矩阵,再结合相应的码本,分别确定第一码本的码字索引和第二码本的码字索引,根据空间相关矩阵的码本结构 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$, 在空间相关矩阵的码本中确定空间相关矩阵的码字索引,其中 $\otimes$ 表示矩阵间的克罗内克积 (kronecker product), $\hat{\mathbf{R}}_1$ 为第一码本的码字, $\hat{\mathbf{R}}_2$ 为第二码本的码字。在另一个具体的设计中,第二网络设备根据所接收到的参考信号,测量出完整的信道信息以及空间相关矩阵,并确定空间相关矩阵的码字索引。

在一个可能的设计中,所述第一码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_1$ 满足 $\hat{\mathbf{R}}_1 = \mathbf{U}(\rho_1, n_1)$, 其中,

$$\mathbf{U}(\rho_1, n_1) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_1^{n_1-1} \\ \rho_1^* & 1 & \ddots & \rho_1^{n_1-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_1^*)^{n_1-1} & (\rho_1^*)^{n_1-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

20 $\rho_1 = \alpha_1 e^{j\theta_1}$, ($0 \leq \alpha_1 \leq 1, 0 \leq \theta_1 < 2\pi$) 表示天线阵列中单极化天线阵列中相邻天线单元的相关系数, n_1 为所述单极化天线阵列中的天线单元数,所述单极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中相同极化方向的天线单元组成。

在一个可能的设计中,所述第二码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_2$ 满足

$$\hat{\mathbf{R}}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_1 e^{j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \\ \beta_1 e^{-j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_2 \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \end{bmatrix},$$

25 其中,

$$\mathbf{U}(\rho_2, n_2) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_2 & \cdots & \rho_2^{n_2-1} \\ \rho_2^* & 1 & \ddots & \rho_2^{n_2-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_2^*)^{n_2-1} & (\rho_2^*)^{n_2-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

30 $\rho_2 = \alpha_2 e^{j\theta_2}$, ($0 \leq \alpha_2 \leq 1, 0 \leq \theta_2 < 2\pi$) 表示天线阵列中交叉极化天线阵列中的同极化相邻天线单元的相关系数, β_1 , ϕ_1 以及 β_2 表示两个极化方向天线单元之间的相关性, 且有 $\beta_1 \geq 0$, $0 \leq \phi_1 < 2\pi$ 以及 $\beta_2 > 0$, n_2 为所述交叉极化天线阵列中的同极化方向的天线单元数,所述交叉极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中两个极化方向的天线单元组成。

在一个可能的设计中,所述二级预编码方法还包括:第二网络设备接收第一网络设备发送的经过所述第一级预编码矩阵编码的第二参考信号;第二网络设备根据所述第二参考信号

确定第二级预编码矩阵指示；第二网络设备发送所述第二级预编码矩阵指示给第一网络设备；第二网络设备接收第一网络设备发送的经过二级预编码的下行数据。需要说明的是，所述下行数据可以包括业务信息、控制信令等承载在下行物理信道上的任意类型的信息，本申请对此不做限定。

5 在一个可能的设计中，第二网络设备接收第一网络设备发送的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引；第二网络设备根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引确定第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字；第二网络设备根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号，确定第二级预编码矩阵指示。在一个具体的设计中，第二网络设备根据第一级预编码矩阵对应的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 以及空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 确定等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \hat{\mathbf{C}}^H \hat{\mathbf{R}} \hat{\mathbf{C}}$ ；根据基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 以及接收到的第二参考信号确定码字 $\mathbf{W}'$ 的码字索引；并将码字 $\mathbf{W}'$ 的码字索引作为第二级预编码矩阵指示发送给第一网络设备。可选的，码字 $\mathbf{W}'$ 的码本可以是 DFT (Discrete Fourier Transform, 离散傅立叶变换) 码本或者 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的用于 PMI (Precoding Matrix Indicator, 预编码矩阵指示) 反馈的码本，也可以是其他形式的可以表征信道信息的码本形式。通过基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 的定义，可以更准确的描述下行等价信道的相关性特征，提升第二级预编码矩阵的准确性，从而提升二级预编码系统的性能，在应用更优的码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 的同时不需要反馈等价信道相关矩阵，不会引入更多的反馈开销。可选的，第二网络设备可以接收第一网络设备的指示，并根据所述指示确定基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构是否采用本申请实施例所提供的 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 形式。

在另一个可能的设计中，第二网络设备估计所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字；第二网络设备根据所述估计的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号，确定所述第二级预编码矩阵指示。在一个具体的设计中，第二网络设备根据所接收到的第二参考信号和空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 估计第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ ，并确定等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \hat{\mathbf{C}}^H \hat{\mathbf{R}} \hat{\mathbf{C}}$ ；根据基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 以及接收到的第二参考信号确定码字 $\mathbf{W}'$ 的码字索引；并将码字 $\mathbf{W}'$ 的码字索引作为第二级预编码矩阵指示发送给第一网络设备。

在一个可能的设计中，所述第一级预编码码本中的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 满足：

$$\hat{\mathbf{C}} = [\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_S],$$

其中， $\mathbf{v}_1 \sim \mathbf{v}_S$ 是 $N \times 1$ 维互不相同的列向量；或者

$$\hat{\mathbf{C}} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 & & & \\ & \mathbf{v}_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{v}_S \end{bmatrix},$$

其中， $\mathbf{v}_1 \sim \mathbf{v}_S$ 是 $(N/S) \times 1$ 维列向量， N 为天线阵列的天线单元数， S 为天线端口数，且有 $S \leq N$ 。通过本申请实施例所提供的第一级预编码码本的码字形式，可以使得本申请实施例所提供的二级预编码方法可以应用于不同的硬件架构下，从而通过选择性能更优的硬件架构，例如 DBF 架构或者全连接 HBF 架构，提升二级预编码系统的性能。可选的，第二网络设备可

以接收第一网络设备的指示，并根据所述指示选择所使用的第一级预编码码本的码字类型。

在一个可能的设计中，所述空间相关矩阵信息的反馈周期大于所述第二级预编码矩阵指示的反馈周期。

第三方面，本申请实施例提供了一种第一网络设备，该第一网络设备具有实现上述方法实际中第一网络设备行为的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

第四方面，本申请实施例提供了一种第二网络设备，该第二网络设备具有实现上述方法实际中第二网络设备行为的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

第五方面，本申请实施例提供了一种第一网络设备，第一网络设备的结构包括发射器、接收器和处理器。所述发射器和接收器用于支持第一网络设备与第二网络设备之间的通信，所述发射器用于向第二网络设备发送上述方法中所涉及的信息或者数据，所述接收器用于支持第一网络设备接收上述方法中所涉及的第二网络设备发送的信息或者数据；所述处理器被配置为支持第一网络设备执行上述方法中相应的功能。在一个可能是设计中，所述第一网络设备还可以包括存储器，所述存储器用于与处理器耦合，保存第一网络设备必要的程序指令和数据。在一个可能是设计中，所述第一网络设备还可以包括接口单元，用于支持与其他第一网络设备之间的通信，如与核心网节点之间的通信。

第六方面，本申请实施例提供了一种第二网络设备，第二网络设备的结构包括接收器、发射器和处理器。所述发射器用于支持第二网络设备向第一网络设备发送上述方法中所涉及的信息或者数据，所述接收器用于支持第二网络设备接收上述方法中所涉及的第一网络设备发送的信息或者数据，所述处理器被配置为支持第二网络设备执行上述方法中相应的功能。在一个可能的设计中，所述第二网络设备还可以包括存储器，所述存储器用于与处理器耦合，保存第二网络设备必要的程序指令和数据。

第七方面，本申请实施例提供了一种通信系统，该系统包括上述方面所述的第一网络设备和第二网络设备。

第八方面，本申请实施例提供了一种计算机存储介质，用于储存为上述第一网络设备所用的计算机软件指令，其包含用于执行上述方面所设计的程序。

第九方面，本申请实施例提供了一种计算机存储介质，用于储存为上述第二网络设备所用的计算机软件指令，其包含用于执行上述方面所设计的程序。

相较于现有技术，本申请实施例提供的方案，旨在通过包含空间相关矩阵信息反馈方案的二级预编码方法的应用，提升二级预编码系统的性能。

附图说明

下面将参照所示附图对本申请实施例进行更详细的描述。

图1为本申请的一种可能的应用场景示意图；

图2a为本申请所涉及的一种可能的第一网络设备架构示意图；

图2b为本申请所涉及的另一种可能的第一网络设备架构示意图；

图2c为本申请所涉及的又一种可能的第一网络设备架构示意图；

图2d为本申请所涉及的再一种可能的第一网络设备架构示意图；

图3为本申请所涉及的一种可能的矩形天线阵列示意图；

图4为本申请实施例提供的一种二级预编码方法的流程示意图；

图 5 为本申请实施例提供的另一种二级预编码方法的流程示意图；

图 6 为本申请实施例提供的一种第一网络设备结构示意图；

图 7 为本申请实施例提供的一种第二网络设备结构示意图。

5 具体实施方式

本申请实施例描述的网络架构以及业务场景是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案，并不构成对本申请实施例提供的技术方案的限定，本领域普通技术人员可知，随着网络架构的演变和新业务场景的出现，本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题，同样适用。

10 本申请描述的技术可以适用于 LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 系统以及后续的演进系统如 5G (the 5th Generation mobile communication, 第五代移动通信) 等, 或其他采用各种无线接入技术的无线通信系统, 如采用码分多址, 频分多址, 时分多址, 正交频分多址, 单载波频分多址等接入技术的系统, 尤其适用于需要信道信息反馈和/或应用二级预编码技术的场景, 例如应用 Massive MIMO 技术的无线网络、应用分布式天线技术的无线网络等。如图 1 所示, 是本申请的一种可能的应用场景示意图。UE (User Equipment, 用户设备) 15 通过无线接口接入网络侧设备进行通信, 也可以与另一用户设备进行通信, 如 D2D (Device to Device, 设备对设备) 或 M2M (Machine to Machine, 机器对机器) 场景下的通信。网络侧设备可以与用户设备通信, 也可以与另一网络侧设备进行通信, 如宏基站和接入点之间的通信。本申请中, 名词“网络”和“系统”经常交替使用, 但本领域的技术人员可以理解其含义。本申请所涉及到的用户设备可以包括各种具有无线通信功能的手持设备、车载设备、可穿戴设备、计算设备、控制设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备, 以及各种形式的用户设备 (User Equipment, UE)、移动台 (Mobile station, MS)、终端 (Terminal) 或终端设备 (Terminal Equipment) 等。为方便描述, 本申请中, 上面提到的设备统称为用户设备 (UE)。本申请所涉及到的网络侧设备包括基站 (Base Station, BS)、网络控制器或移动交换中心等, 其中通过无线信道与用户设备进行直接通信的装置通常是基站, 所述基站可以包括各种形式的宏基站、微基站、中继站、接入点或射频拉远单元 (Remote Radio Unit, RRU) 25 等, 当然, 与用户设备进行无线通信的也可以是其他具有无线通信功能的网络侧设备, 本申请对此不做唯一限定。在采用不同的无线接入技术的系统中, 具备基站功能的设备的名称可能会有所不同, 例如在 LTE 网络中, 称为演进的节点 B (evolved NodeB, eNB 或 eNodeB), 在 3G (the 3rd Generation, 第三代) 网络中, 称为节点 B (Node B) 等。本申请中, 将“预编码” (Precoding) 和“波束成形” (Beamforming, 又译为波束赋形) 统一称为“预编码”, 因为本质上波束成形通常是通过预编码完成的, 本领域的技术人员可以理解其含义。

30 本发明实施例的网络设备 (包括第一网络设备和第二网络设备) 包括上述无线通信系统中的网络侧设备和/或用户设备。可选的, 第一网络设备可以是基站, 第二网络设备可以是用户设备。

图 2a 为本申请所涉及的一种传统 DBF (Digital Beamforming, 数字预编码或数字波束成形) 架构示意图。待发送的 K 个数据流由基带完成预编码处理生成 N 个天线上要发送的 N 路信号, 经射频链路、功率放大器处理后通过 N 个天线发送。

40 图 2b 为本申请所涉及的一种二级 DBF 架构示意图。待发送的 K 个数据流由基带完成二级预编码生成 S 个数据流, 再由中射频应用数字预编码技术完成第一级预编码生成 N 个天线上要发送的 N 路信号, 再经射频链路、功率放大器处理后通过 N 个天线发送。

图 2c 和图 2d 为本申请所涉及的一种二级 HBF (Hybrid Analog and Digital Beamforming, 混合模拟和数字预编码或混合模拟和数字波束成形) 架构示意图。待发送的 K 个数据流由基带完成第二级预编码生成 S 个数据流, 再由中射频应用模拟预编码技术完成第一级预编码生成 N 个天线上要发送的 N 路信号, 再经射频链路、功率放大器处理后通过 N 个天线发送。其中模拟预编码通过移相网络完成。图 2c 和图 2d 的不同在于, 图 2c 为全连接架构, 图 2d 为部分连接架构, 全连接架构可以形成更好的波束指向, 因此性能优于部分连接结构。

图 2b~2d 所示的预编码架构, 相较于图 2a 所示的传统 DBF 架构, 由于基带预编码处理的简化以及中射频链路的减少, 可以获得降低基带运算量以及降低中射频成本的收益。本申请实施例所提供的方案可以应用在图 2a~2d 所示的任一种预编码架构下且获得相较于现有二级预编码技术更优的性能。可以理解的是, 为了图示清晰和说明便利, 图 2a~2d 仅示出了第一网络设备中与二级预编码相关的结构和数据流方向, 第一网络设备还可能具有其他与实现其功能相关的结构和/或数据流处理能力, 本申请对此不做限定。需要说明的是, 本申请实施例所提供的方案还可以应用于其他可能的第一网络设备架构下, 本申请对此不做限定。

图 3 为本申请所涉及的一种可能的矩形天线阵列示意图。

通常采用 (N_1, N_2, P) 的形式来描述一个二维平面均匀天线阵列 (2D planar uniformly spaced antenna array) 结构, 其中 N_1 为天线阵列每一列中包含的相同极化方向的天线单元 (antenna elements) 数, N_2 为天线阵列的列数, P 为极化方向数。图 3 具体示出了一种交叉极化, 极化方向数为 2 的矩形均匀天线阵列 $(N_1, N_2, 2)$, 图中每个天线单元旁的数字表达式为天线单元的编号, 其总天线单元数 $N = 2N_1N_2$ 。在本申请中, 天线阵列中的“天线单元”也经常直接使用名词“天线”描述, 但本领域的技术人员可以理解其含义。

为方便描述和理解, 如无特别说明, 本申请中的实施例都将基于图 3 所示的天线阵列进行说明。此外, 如无特别说明, 在本申请所涉及的二级预编码方法中, C 表示第一级预编码矩阵, W 表示第二级预编码矩阵, N 为天线阵列的天线单元数, S 为天线端口数, 且有 $S \leq N$ 。需要说明的是, 本申请所提供的实施例还可以应用于采用其他形式的天线阵列的系统中, 例如单极化的天线阵列, 本申请对此不做限定。

本申请实施例提供了包含空间相关矩阵信息反馈方案的二级预编码方案, 从而提升了二级预编码系统的性能。下文将基于上面所述的本申请涉及的共性方面, 对本申请实施例做进一步详细说明。

图 4 为本申请实施例提供的一种二级预编码方法的流程示意图。

在 401 部分, 第一网络设备发送第一参考信号给第二网络设备, 用于空间相关矩阵信息的估计。

在一个示例中, 第一网络设备配置可以用于空间相关矩阵信息估计的参考信号, 并发送给第二网络设备。例如, 第一网络设备可以根据天线阵列的结构特征, 在不同的天线端口上发送多组参考信号, 以便第二网络设备根据所接收到的参考信号测量出不同天线端口所对应的信道并计算信道相关矩阵。再如, 第一网络设备也可以在相同或者不同的天线端口上发送多组参考信号, 并且保证用于发送参考信号的多个波束相互正交, 以便第二网络设备根据所接收到的参考信号测量出空间相关矩阵。所述参考信号的具体形式可以预先约定, 例如使用 3GPP (3rd Generation Partnership Project, 第三代合作伙伴计划) TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的 CSI RS (Channel State Information Reference Signals, 信道状态信息参考信号) 或者其他可以满足需求的参考信号, 本申请对此不做限定。

在 402 部分, 第二网络设备反馈空间相关矩阵信息给第一网络设备。

在一个示例中，第二网络设备根据接收到的参考信号进行信道测量，并根据信道测量结果向第一网络设备反馈空间相关矩阵信息。可选的，空间相关矩阵信息可以是分解成不同维度的信道相关矩阵信息，例如表示不同维度的信道相关矩阵的码字索引；也可以是直接指示空间相关矩阵的码字索引。

在 403 部分，第一网络设备根据第二网络设备反馈的空间相关矩阵信息确定第一级预编码矩阵。

在一个示例中，第一网络设备可以根据其所服务的区域（例如一个小区）中所有第二网络设备反馈的空间相关矩阵信息确定第一级预编码矩阵。可选的，第一网络设备可以根据所有第二网络设备的空间相关矩阵信息，根据容量最大化准则计算得到第一级预编码矩阵。

根据第二网络设备反馈的空间相关矩阵信息确定第一级预编码矩阵，可以更加灵活和准确的实现小区级空间划分，自适应的将信号波束指向小区内一个或者多个主要的用户方向，从而提升二级预编码系统的性能。同时，灵活的第一参考信号的发送方式，可以适应不同的硬件结构（如 DBF 架构、全连接的 HBF 架构、部分连接的 HBF 架构等），使得二级预编码系统在不同的硬件结构下均可以获得更优的性能。本领域技术人员可以理解的是，本申请所提供的信道反馈方案，例如上述图 4 所对应的实施例，除了可以应用于二级预编码系统，还可以应用于其他需要反馈用户信道信息的系统中，本申请对此不做限定。

下面结合图 5，对本申请实施例提供的方案做进一步的说明。

在 501 部分，第一网络设备发送第一参考信号给第二网络设备，用于空间相关矩阵信息的估计。

在一个示例中，第一网络设备发送的第一参考信号包括：一组在 N_1 个天线端口上发送的参考信号和一组在 $2N_2$ 个天线端口上发送的参考信号，其中， N_1 是天线阵列每一列中相同极化方向的天线单元个数，所述 N_1 个天线端口由天线阵列同一列中相同极化方向的 N_1 个天线单元组成， N_2 是天线阵列的列数，所述 $2N_2$ 个天线端口由天线阵列同一行中两个极化方向的 $2N_2$ 个天线单元组成。

具体的，结合图 3 所示的天线阵列，第一网络设备首先配置并发送一组 N_1 个天线端口上发送的参考信号用以测量垂直天线阵列信道，设置此组参考信号的编码矩阵为

$$C' = \begin{bmatrix} \mathbf{I}_{N_1 \times N_1} & \mathbf{O}_{(N-N_1) \times (S-N_1)} \end{bmatrix},$$

其中 $\mathbf{I}_{N_1 \times N_1}$ 是 $N_1 \times N_1$ 单位矩阵， $\mathbf{O}_{(N-N_1) \times (S-N_1)}$ 是 $(N-N_1) \times (S-N_1)$ 全零矩阵，使得 N_1 个端口分别连接到垂直天线单元 $1 \sim N_1$ ，其中 N 为天线阵列的天线单元数，且有 $N = 2N_1N_2$ ， S 为天线端口数，且有 $S \leq N$ 。

第一网络设备再配置并发送 $2N_2$ 个天线端口上发送的参考信号用以测量水平天线阵列信道，此组参考信号的编码矩阵 C'' 为在 $(1+iN_1$ 行， $i+1$ 列) 和 $(1+N_1N_2+iN_1$ 行， N_2+i+1 列) 元素为 1，其余位置元素为 0 的矩阵，其中 $i=0,1,\dots,N_2-1$ ，使得 $2N_2$ 个端口分别连接到水平天线单元 $1, 1+N_1, \dots, 1+(N_2-1)N_1, 1+N_1N_2, 1+N_1N_2+N_1, \dots, 1+N_1N_2+(N_2-1)N_1$ 。

在另一示例中，第一网络设备发送的第一参考信号包括：一组在 $2N_1$ 个天线端口上发送的参考信号和一组在 N_2 个天线端口上发送的参考信号，其中， N_1 是天线阵列每一列中相同极化方向的天线单元个数，所述 $2N_1$ 个天线端口由天线阵列同一列中两个极化方向的 $2N_1$ 个天线单元组成， N_2 是天线阵列的列数，所述 N_2 个天线端口由天线阵列同一行中相同极化方

向的 N_2 个天线单元组成。具体的配置和发送方式过程与上述示例类似，不同的是此组参考信号选择 $2N_1$ 个双极化天线端口用于测量垂直天线阵列信道，选择 N_1 个单极化天线端口用于测量水平天线阵列信道，并根据上述示例中的规则相应的选择本实施例中 C' 和 C'' 中不为零的元素即可。

在又一个示例中，第一网络设备发送的第一参考信号包括： N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号，且所述 N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号的 N 个波束方向相互正交，其中 N 为天线阵列的天线单元数， S 为天线端口数，且有 $S \leq N$ 。具体的，第一网络设备配置并发送 N/S 组 S 天线端口上发送的经过预编码的参考信号用以估计完整的实际物理信道，要估计 $M \times N$ 维完整的实际物理信道 H ，其中 M 为用户接收天线数，需要发 N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号，并且这 N 个波束互相正交。此种参考信号的发送方式可以同时适用于 DBF 架构和 HBF 架构，支持更灵活的硬件架构的使用。

在 502 部分，第二网络设备根据接收到的参考信号估计空间相关矩阵信息。

在一个示例中，第二网络设备接收第一网络设备发送的包括一组在 N_1 个天线端口上发送的参考信号和一组在 $2N_2$ 个天线端口上发送的参考信号的第一参考信号，具体配置和发送方式可以参照 501 部分的示例描述，此处不再赘述。

第二网络设备根据 N_1 个天线端口上发送的参考信号测量 $M \times N_1$ 维的垂直天线阵列信道 H_1 ，其中 M 为用户接收天线数，估计 $N_1 \times N_1$ 垂直信道相关矩阵 $R_1 = E(H_1^H H_1)$ 。然后，在第一码本 Θ_1 中选择最优的码字 $\hat{R}_1$ 。可选的，所述在第一码本 Θ_1 中选择最优的码字 $\hat{R}_1$ 可以根据最小距离准则，如下式

$$\hat{R}_1 = \arg \min_{A \in \Theta_1} \frac{\text{trace}(R_1 A^H)}{\|R_1\| \|A\|},$$

也可以根据其他的准则进行选取，本申请对此不做限定。

第二网络设备根据在 $2N_2$ 个天线端口上发送的参考信号测量 $M \times 2N_2$ 维的水平天线阵列信道 H_2 ，估计 $2N_2 \times 2N_2$ 水平信道相关矩阵 $R_2 = E(H_2^H H_2)$ 。然后，在第二码本中选择最优的码字 $\hat{R}_2$ 。可选的，所述第二码本中选择最优的码字 $\hat{R}_2$ 可以根据最小距离准则，也可以根据其他的准则进行选取，本申请对此不做限定。

在一个示例中，第一码本中的码字设计为 $n_1 \times n_1$ 厄米特 (Hermitian) 矩阵：

$$\hat{R}_1 = U(\rho_1, n_1)$$

其中

$$U(\rho_1, n_1) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_1^{n_1-1} \\ \rho_1^* & 1 & \ddots & \rho_1^{n_1-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_1^*)^{n_1-1} & (\rho_1^*)^{n_1-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_1 = \alpha_1 e^{j\theta_1}$, ($0 \leq \alpha_1 \leq 1, 0 \leq \theta_1 < 2\pi$) 表示天线阵列中单极化天线阵列中相邻天线单元的相关系数， n_1 为所述单极化天线阵列中的天线单元数，所述单极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中相同极化方向的天线单元组成。具体的，结合上述示例，第一码本可以理解为垂直信道相关矩阵码本， $n_1 = N_1$ 。

在一个示例中，第二码本中的码字设计为 $n_2 \times n_2$ 厄米特 (Hermitian) 矩阵：

$$\hat{\mathbf{R}}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_1 e^{j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \\ \beta_1 e^{-j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_2 \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \end{bmatrix},$$

其中,

$$\mathbf{U}(\rho_2, n_2) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_2 & \cdots & \rho_2^{n_2-1} \\ \rho_2^* & 1 & \cdots & \rho_2^{n_2-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_2^*)^{n_2-1} & (\rho_2^*)^{n_2-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_2 = \alpha_2 e^{j\theta_2}$, ($0 \leq \alpha_2 \leq 1, 0 \leq \theta_2 < 2\pi$) 表示天线阵列中交叉极化天线阵列中的同极化相邻天线单元的相关系数, β_1 , ϕ_1 以及 β_2 表示两个极化方向天线单元之间的相关性, 且有 $\beta_1 \geq 0$, $0 \leq \phi_1 < 2\pi$ 以及 $\beta_2 > 0$, n_2 为所述交叉极化天线阵列中的同极化方向的天线单元数, 所述交叉极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中两个极化方向的天线单元组成。具体的, 结合上述示例, 第二码本可以理解为水平信道相关矩阵码本, $n_2 = 2N_2$ 。

可选的, 第一网络设备可以通过信令指示第二网络设备需要使用的量化信道相关矩阵的码本, 而不需要通知第二网络设备当前发送的参考信号是水平天线阵列还是垂直天线阵列发送的。例如, 第一网络设备通过 1 比特 RRC (Radio Resource Control, 无线资源控制) 高层信令向第二网络设备指示每组参考信号使用的码本类型, 譬如 ‘0’ 表示使用第一码本, ‘1’ 表示使用第二码本。

在另一个示例中, 第二网络设备接收第一网络设备发送的包括一组在 $2N_1$ 个天线端口上发送的参考信号和一组在 N_2 个天线端口上发送的参考信号的第一参考信号, 具体配置和发送方式可以参照 501 部分的示例描述, 此处不再赘述。第二网络设备估计空间相关矩阵信息的方法和过程以及第一码本和第二码本的设计与上述示例类似, 此处不再赘述, 不同的是, 在本示例中, 根据在 $2N_1$ 个天线端口上发送的参考信号估计的垂直天线阵列信道相关矩阵使用第二码本且有 $n_2 = 2N_1$, 根据在 N_2 个天线端口上发送的参考信号估计的水平天线阵列信道相关矩阵使用第一码本且有 $n_1 = N_2$ 。

特别的, 在一个示例中, 当第一网络设备采用单极化天线阵列时, 水平天线阵列和垂直天线阵列均为单极化天线阵列, 此时仍然可以采用本申请实施例所提供的方案, 不同的是此时的水平天线阵列信道相关矩阵和垂直天线阵列信道相关矩阵均使用上述第一码本进行量化。

在又一个示例中, 第二网络设备接收第一网络设备发送的 N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号, 且所述 N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号的 N 个波束方向相互正交, 其中 N 为天线阵列的天线单元数, S 为天线端口数, 且有 $S \leq N$, 具体配置和发送方式可以参照 501 部分的示例描述, 此处不再赘述。

第二网络设备根据接收的 N/S 组参考信号估计 N/S 组 $M \times S$ 维信道, 从而获得 $M \times N$ 维的完整的实际物理信道 $\mathbf{H}$ 并估计 $N \times N$ 空间相关矩阵 $\mathbf{R} = E(\mathbf{H}^H \mathbf{H})$, 然后, 在空间相关矩阵码本中选择最优的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 。可选的, 所述在空间相关矩阵码本中选择最优的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 可以根据最小距离准则进行, 也可以根据其他的准则进行选取, 本申请对此不做限定。在一个具体的示例中, 第一网络设备向用户指示上述 N/S 组在 S 个天线端口上发送的参考信号的发送波束权值、发送天线单元数 N 、水平同极化天线单元数 N_2 和垂直同极化天线单元数 N_1 , 以便第二网络设备用于估计信道 $\mathbf{H}$ 以及确定空间相关矩阵码本中最优的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 。

在一个示例中, 空间相关矩阵码本设计为第一码本和第二码本的克罗内克积 (Kronecker

Product), 即 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_2 \otimes \hat{\mathbf{R}}_1$, 其中 $\hat{\mathbf{R}}_1$ 和 $\hat{\mathbf{R}}_2$ 码本的设计与前文所述的示例相同。

特别的, 在一个示例中, 当本申请的实施例应用在分布式天线系统中时, 每个 RRU (Remote Radio Unit, 射频拉远单元) 均可以根据上述实施例获取自身的空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}_i$ (下标 i 表示不同的 RRU 反馈的空间相关矩阵的码字), 对于整个分布式天线系统, 其空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 为上述所有的 $\hat{\mathbf{R}}_i$ 构成的块对角结构的厄米特 (Hermitian) 矩阵。

在 503 部分, 第二网络设备反馈空间相关矩阵信息给第一网络设备。

在一个示例中, 所述空间相关矩阵信息包括第一码本的码字索引和第二码本的码字索引。在一个具体的示例中, 第二网络设备根据不同维度的信道测量确定出第一码本和第二码本的码字索引并向第一网络设备反馈。在另一个具体的示例中, 第二网络设备测量出完整的信道信息和空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$, 并根据 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$ 确定第一码本和第二码本的码字索引并向第一网络设备反馈。第一网络设备根据第一码本和第二码本的码字索引确定第一码本和第二码本的码字, 再根据 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$ 确定空间相关矩阵的码字。

在另一个示例中, 所述空间相关矩阵信息包括空间相关矩阵的码字索引。在一个具体的示例中, 第二网络设备根据不同维度的信道测量确定出第一码本和第二码本的码字, 并根据 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$ 确定空间相关矩阵的码字索引并反馈给第一网络设备。在另一个具体的示例中, 第二网络设备测量出完整的信道信息和空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$, 并将空间相关矩阵的码字索引反馈给第一网络设备。第一网络设备根据空间相关矩阵的码字索引确定空间相关矩阵的码字。

在 504 部分, 第一网络设备根据第二网络设备反馈的空间相关矩阵信息确定第一级预编码矩阵。

在一个示例中, 第一网络设备可以根据其所服务的区域 (例如一个小区) 中所有第二网络设备反馈的空间相关矩阵信息确定第一级预编码矩阵。可选的, 第一网络设备可以根据所有第二网络设备的空间相关矩阵信息, 根据容量最大化准则计算得到第一级预编码矩阵。

可选的, 第一网络设备确定的第一级预编码矩阵可以是根据空间相关矩阵信息通过计算直接得到的; 也可以是根据空间相关矩阵信息经过计算和量化得到的, 例如, 根据计算结果在第一级预编码码本中选择最优的码字作为第一级预编码矩阵。

在 505 部分, 第一网络设备发送经过第一级预编码的第二参考信号给第二网络设备。所述第二参考信号用于第二级对于编码矩阵指示的确定。所述第二参考信号的具体形式可以预先约定, 例如使用 3GPP TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的 CSI RS 或者其他可以满足需求的参考信号, 本申请对此不做限定。

在 506 部分, 第二网络设备根据接收到的第二参考信号确定第二级预编码矩阵指示。

在一个示例中, 第二网络设备可以采用现有技术中的方案确定所述第二级预编码矩阵指示。例如可以采用现有 LTE 系统中确定第二级预编码矩阵指示的技术方案, 在 3GPP TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的用于 PMI (Precoding Matrix Indicator, 预编码矩阵指示) 反馈的码本中选取具体的码字并确定所述第二级预编码矩阵指示。

在一个示例中, 第二网络设备结合等价信道相关矩阵以及第二参考信号确定第二级预编码矩阵指示。

在一个示例中, 基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构为等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}}$ 和一个预定义的码本 $\mathbf{W}'$ 的乘积, 即 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 。可选的, 码字 $\mathbf{W}'$ 的码本可以是 DFT (Discrete

Fourier Transform, 离散傅立叶变换) 码本或者 3GPP TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的用于 PMI (Precoding Matrix Indicator, 预编码矩阵指示) 反馈的码本, 也可以是其他形式的可以表征信道信息的码本形式。通过基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 的定义, 可以更准确的描述下行等价信道的相关性特征, 提升第二级预编码矩阵的准确性, 从而提升二级预编码系统的性能。可选的, 第二网络设备可以接收第一网络设备的指示, 并根据所述指示确定基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构是否采用本申请实施例所提供的 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 形式, 例如, 第一网络设备通过 1 比特 RRC (Radio Resource Control, 无线资源控制) 高层信令向第二网络设备指示基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构, 譬如 '0' 表示使用当前 3GPP 协议中定义的码本, 即 $\hat{\mathbf{W}} = \mathbf{W}'$; '1' 表示使用包含基于等价信道相关矩阵的自适应码本形式 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 。

在一个示例中, 第一网络设备发送第一级预编码矩阵信息给第二网络设备, 用于第二级预编码矩阵指示的确定。可选的, 第一网络设备在第一级预编码码本中确定第一级预编码矩阵对应的码字; 第一网络设备发送第一级预编码矩阵对应的码字索引给第二网络设备; 第二网络设备接收第一网络设备发送的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引; 第二网络设备根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引确定第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字; 第二网络设备根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号, 确定第二级预编码矩阵指示。

在一个具体的示例中, 第一网络设备和第二网络设备都根据第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 和 502 部分获取的空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 或者第一码本和第二码本的码字来计算等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \hat{\mathbf{C}}^H \hat{\mathbf{R}} \hat{\mathbf{C}} = \hat{\mathbf{C}}^H (\hat{\mathbf{R}}_2 \otimes \hat{\mathbf{R}}_1) \hat{\mathbf{C}}$ 。第二网络设备根据所接收到的第二参考信号和等价信道相关矩阵确定秩 r (Rank), 以及秩 r 所对应的表征短时窄带信道特征的码本中的码字 $\mathbf{W}'$, 并将 $\mathbf{W}'$ 的码字索引作为所述第二级预编码矩阵指示反馈给第一网络设备。可选的, 所述第二级预编码矩阵指示还可以与 RI (Rank Indication, 秩指示) 和/或 CQI (Channel Quality Indicator, 信道质量指示) 等信道信息一起反馈给第一网络设备。

在另一个示例中, 第二网络设备估计所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字; 第二网络设备根据所述估计的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号, 确定所述第二级预编码矩阵指示。

在一个具体的示例中, 第二网络设备根据测量的等价信道 $\mathbf{H}_{\text{eff}}$ 估计未量化的等价信道相关矩阵 $\mathbf{R}_{\text{eff}} = E(\mathbf{H}_{\text{eff}}^H \mathbf{H}_{\text{eff}})$, 然后在第一级预编码码本 Ω 中, 估计第一级预编码矩阵所对应的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 。可选的, 所述估计第一级预编码矩阵所对应的码字 $\hat{\mathbf{C}}$, 可以采用最小距离准则, 也可以采用其他准则, 本申请对此不做限定, 下面以采用最小距离准则为例具体说明 $\hat{\mathbf{C}}$ 的估计方式。

根据 502 部分的具体示例, 第二网络设备可获知量化的空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}} = \hat{\mathbf{R}}_1 \otimes \hat{\mathbf{R}}_2$ 时, 可以根据下式估计 $\hat{\mathbf{C}}$:

$$\hat{\mathbf{C}} = \arg \min_{\mathbf{B} \in \Omega} \frac{\text{trace}(\mathbf{R}_{\text{eff}} (\mathbf{B}^H \hat{\mathbf{R}} \mathbf{B})^H)}{\|\mathbf{R}_{\text{eff}}\| \|\mathbf{B}^H \hat{\mathbf{R}} \mathbf{B}\|};$$

上述公式中等号右侧的表达式表示在码本 Ω 中寻找使得 $\frac{\text{trace}(\mathbf{R}_{\text{eff}}(\mathbf{B}^H \hat{\mathbf{R}} \mathbf{B})^H)}{\|\mathbf{R}_{\text{eff}}\| \|\mathbf{B}^H \hat{\mathbf{R}} \mathbf{B}\|}$ 取值最小

的码字 $\mathbf{B}$, 其中 $\text{trace}(\cdot)$ 表示求取括号内矩阵的迹。

根据 502 部分的具体示例, 第二网络设备可获知未量化的空间相关矩阵 $\mathbf{R}$ 时, 可以根据下式估计 $\hat{\mathbf{C}}$:

$$\hat{\mathbf{C}} = \arg \min_{\mathbf{D} \in \Omega} \frac{\text{trace}(\mathbf{R}_{\text{eff}}(\mathbf{D}^H \mathbf{R} \mathbf{D})^H)}{\|\mathbf{R}_{\text{eff}}\| \|\mathbf{D}^H \mathbf{R} \mathbf{D}\|};$$

上述公式中等号右侧的表达式表示在码本 Ω 中寻找使得 $\frac{\text{trace}(\mathbf{R}_{\text{eff}}(\mathbf{D}^H \mathbf{R} \mathbf{D})^H)}{\|\mathbf{R}_{\text{eff}}\| \|\mathbf{D}^H \mathbf{R} \mathbf{D}\|}$ 取值最小的

码字 $\mathbf{D}$, 其中 $\text{trace}(\cdot)$ 表示求取括号内矩阵的迹。

然后, 第二网络设备基于估计的 $\hat{\mathbf{C}}$, 计算等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \hat{\mathbf{C}}^H \hat{\mathbf{R}} \hat{\mathbf{C}}$ 。第二网络设备根据所接收到的第二参考信号和等价信道相关矩阵确定秩 r (Rank), 以及秩 r 所对应的表征短时窄带信道特征的码本中的码字 $\mathbf{W}'$, 并将 $\mathbf{W}'$ 的码字索引作为所述第二级预编码矩阵指示反馈给第一网络设备。可选的, 所述第二级预编码矩阵指示还可以与 RI (Rank Indication, 秩指示) 和/或 CQI (Channel Quality Indicator, 信道质量指示) 等信道信息一起反馈给第一网络设备。

在应用基于等价信道相关矩阵的自适应码本形式 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 的基础上, 通过计算或者估计等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}}$, 避免了等价信道相关矩阵信息的反馈, 即提升了二级预编码系统的性能同时也节省了反馈开销。

在一个示例中, 所述第一级预编码码本 Ω 中的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 可以为非块对角结构:

$$\hat{\mathbf{C}} = [\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_S] \in \Omega,$$

其中, $\mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{v}_S$ 是 $N \times 1$ 维互不相同的列向量, 选自一个可以用 Q1 比特信元指示的预定义码本, 例如 DFT 码本, 克罗内克积码本或者 3GPP TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的码本, 本申请对此不做限定。所述第一级预编码码本 Ω 中的码字可以用 Q1S 比特的信元进行指示。

在另一示例中, 所述第一级预编码码本 Ω 中的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 可以为块对角结构:

$$\hat{\mathbf{C}} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 & & & \\ & \mathbf{v}_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{v}_S \end{bmatrix} \in \Omega,$$

其中, $\mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{v}_S$ 是 $(N/S) \times 1$ 维列向量, 选自一个可以用 Q2 比特信元指示的预定义码本, 例如 DFT 码本, 克罗内克积码本或者 3GPP TS 36.211 V13.1.0 协议中定义的码本, 本申请对此不做限定。所述第一级预编码码本 Ω 中的码字可以用 Q2S 比特的信元进行指示, 特别的, 当 $\mathbf{v}_1 = \mathbf{v}_2 = \dots = \mathbf{v}_S$ 时, 所述第一级预编码码本 Ω 中的码字可以用 Q2 比特的信元进行指示。

可选的, 第一网络设备可以通过 1 比特信令指示第二网络设备所选用的第一级预编码码本的类型, 譬如 '0' 表示采用上述的非块对角结构码本, '1' 表示采用上述的块对角结构码本。

通过本申请实施例所提供的第一级预编码码本的码字形式, 可以使得本申请实施例所提

供的二级预编码方法应用于不同的硬件架构，从而通过选择性能更优的硬件架构，提升二级预编码系统的性能，例如，非块对角结构码本可以应用于 DBF 架构或者全连接 HBF 架构，块对角结构码本可以应用于部分连接 HBF 架构或者 DBF 架构，特别的，块对角结构码本还可以支持本申请的实施例应用在分布式天线系统中。

在 507 部分，第二网络设备反馈二级预编码矩阵指示。

在一个示例中，第二网络设备可以利用系统中现有的信令和信元进行二级预编码矩阵指示的反馈，例如在 LTE 系统中，可以根据 3GPP TS 36.211 V13.1.0 的规定将所述二级预编码矩阵指示作为 PMI 通过 PUCCH (Physical Uplink Control Channel, 物理上行控制信道) 和/或 PUSCH (Physical Uplink Shared Channel, 上行物理共享信道) 进行反馈，也可以新增信令或者信元进行二级预编码矩阵指示的反馈，本申请对此不做限制。

在一个示例中，第二网络设备可以单独反馈二级预编码矩阵指示，也可以在反馈二级预编码矩阵指示的同时也反馈 RI (Rank Indication, 秩指示) 和/或 CQI (Channel Quality Indicator, 信道质量指示) 等信道信息，本申请对此不做限制。

在 508 部分，第一网络设备根据二级预编码矩阵指示确定二级预编码矩阵。

在一个示例中，第一网络设备根据第一级预编码矩阵对应的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 以及空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 确定等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \hat{\mathbf{C}}^H \hat{\mathbf{R}} \hat{\mathbf{C}}$ ；根据第二网络设备上报的二级预编码矩阵指示确定码字 $\mathbf{W}'$ ；根据基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 确定第二网络设备的自适应码字；再根据多个第二网络设备的自适应码字确定最终的二级预编码矩阵。可选的，第一网络设备可以使用基于等价信道信息的传统 MU-MIMO (Multi User Multiple Input Multiple Output, 多用户多输入多输出) 技术，包括用户调度和预编码算法如 ZF (Zero Forcing, 迫零) 算法等，确定二级预编码矩阵，所述多个第二网络设备可以根据用户调度算法确定的，也可以根据其他准则确定，本申请对此不做限定。

在另一个示例中，第一网络设备根据第一级预编码矩阵 $\mathbf{C}$ 以及空间相关矩阵的码字 $\hat{\mathbf{R}}$ 确定等价信道相关矩阵 $\hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} = \mathbf{C}^H \hat{\mathbf{R}} \mathbf{C}$ ；根据第二网络设备上报的二级预编码矩阵指示确定码字 $\mathbf{W}'$ ；根据基于等价信道相关矩阵的自适应码本结构 $\hat{\mathbf{W}} = \hat{\mathbf{R}}_{\text{eff}} \mathbf{W}'$ 确定第二网络设备的自适应码字；再根据多个第二网络设备的自适应码字确定最终的二级预编码矩阵。

需要说明的是，上述 505~508 部分所提供的实施例也可以独立应用在需要反馈信道相关矩阵并确定预编码矩阵的系统中，并不仅限于与本申请实施例所提供的第一级预编码确定方法（即 501~504 部分）联合使用。

在 509 部分，第一网络设备采用第一级和二级预编码矩阵对下行数据进行预编码。

在 510 部分，第一网络设备发送所述经过二级预编码的下行数据给第二网络设备。

图 6 示出了上述实施例中所涉及的第一网络设备的一种可能的结构示意图。

在一个示例中，第一网络设备的结构包括发射器、接收器和处理器。在另一个示例中，第一网络设备的结构中还可以包括接口单元，用于支持与其他第一网络设备之间的通信，如与核心网节点之间的通信。在图 6 所对应的示例中，本申请所涉及的第一网络设备的结构包括发射器 601，接收器 602，处理器 603，存储器 604。

所述发射器 601 和接收器 602 用于支持第一网络设备与上述实施例中的所述的第二网络设备之间收发信息。所述处理器 603 执行各种用于与第二网络设备通信的功能。处理器 603 还执行图 4 和图 5 中涉及第一网络设备的处理过程。存储器 604 用于存储第一网络设备的程序代码和数据。

可以理解的是，图 6 仅仅示出了所述第一网络设备的简化设计。在实际应用中，所述第一网络设备可以包含任意数量的发射器，接收器，处理器，存储器等，而所有可以实现本申请的第一网络设备都在本申请的保护范围之内。

可选的，所述第一网络设备可以是基站或者其他具备基站功能的网络侧设备。

图 7 示出了上述实施例中所涉及的第二网络设备的一种可能的设计结构的简化示意图。

在一个示例中，第二网络设备的结构包括发射器、接收器和处理器。在图 7 所对应的示例中，本申请所涉及的第二网络设备的结构包括发射器 701，接收器 702，处理器 703，存储器 704。

在上行链路上，待发送的业务或者信令数据经过发射器 701 处理生成上行链路信号，该上行链路信号经由天线发射给上述实施例中所述的第一网络设备。在下行链路上，天线接收上述实施例中第一网络设备发射的下行链路信号，接收器 702 处理从天线接收的信号并发送给需要对信号进行进一步处理的其他器件或模块，如处理器。在处理器 703 中，对业务数据和信令消息进行处理。这些单元根据无线接入网采用的无线接入技术（例如，LTE 及其他演进系统的接入技术）来进行处理。所述处理器 703 还用于对第二网络设备的动作进行控制管理，用于执行上述实施例中由第二网络设备进行的处理，例如用于控制第二网络设备接收下行信息和/或根据接收到的下行信息进行本申请所描述的技术的其他过程。处理器 703 用于支持第二网络设备执行图 4 和图 5 中涉及第二网络设备的处理过程。存储器 704 用于存储用于所述第二网络设备的程序代码和数据。

可选的，所述第二网络设备可以是用户设备。

结合本申请公开内容所描述的方法或者算法的步骤可以硬件的方式来实现，也可以是由处理器执行软件指令的方式来实现。软件指令可以由相应的软件模块组成，软件模块可以被存放于 RAM 存储器、闪存、ROM 存储器、EPROM 存储器、EEPROM 存储器、寄存器、硬盘、移动硬盘、CD-ROM 或者本领域熟知的任何其它形式的存储介质中。一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。当然，存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。另外，该 ASIC 可以位于第一网络设备或第二网络设备中。当然，处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于第一网络设备或第二网络设备中。可选的，本申请中所描述的方法或者算法的步骤中的部分或者全部，例如除了发送和接收之外的所有步骤，还可以通过芯片系统的方式来实现，所述芯片系统包含至少一个芯片，可选的，所述芯片系统还可以包含其他分立器件。

本领域技术人员应该可以意识到，在上述一个或多个示例中，本申请所描述的功能可以用硬件、软件、固件或它们的任意组合来实现。当使用软件实现时，可以将这些功能存储在计算机可读介质中或者作为计算机可读介质上的一个或多个指令或代码进行传输。计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质，其中通信介质包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。

以上所述的具体实施方式，对本申请的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本申请的具体实施方式而已，并不用于限定本申请的保护范围，凡在本申请的技术方案的基础之上，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包括在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种二级预编码方法, 包括:

第一网络设备发送第一参考信号, 所述第一参考信号用于空间相关矩阵信息的估计;

第一网络设备接收第二网络设备发送的空间相关矩阵信息;

第一网络设备根据所述空间相关矩阵信息确定所述二级预编码中的第一级预编码矩阵。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述空间相关矩阵信息包括: 第一码本的码字索引和第二码本的码字索引; 或者, 包括空间相关矩阵的码字索引。

3. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述第一码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_1$ 满足 $\hat{\mathbf{R}}_1 = \mathbf{U}(\rho_1, n_1)$, 其中,

$$\mathbf{U}(\rho_1, n_1) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_1^{n_1-1} \\ \rho_1^* & 1 & & \rho_1^{n_1-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_1^*)^{n_1-1} & (\rho_1^*)^{n_1-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_1 = \alpha_1 e^{j\theta_1}$, ($0 \leq \alpha_1 \leq 1, 0 \leq \theta_1 < 2\pi$) 表示天线阵列中单极化天线阵列中相邻天线单元的相关系数, n_1 为所述单极化天线阵列中的天线单元数, 所述单极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中相同极化方向的天线单元组成。

4. 如权利要求 2 或 3 所述的方法, 其特征在于, 所述第二码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_2$ 满足

$$\hat{\mathbf{R}}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_1 e^{j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \\ \beta_1 e^{-j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_2 \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \end{bmatrix},$$

其中,

$$\mathbf{U}(\rho_2, n_2) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_2 & \cdots & \rho_2^{n_2-1} \\ \rho_2^* & 1 & & \rho_2^{n_2-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_2^*)^{n_2-1} & (\rho_2^*)^{n_2-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_2 = \alpha_2 e^{j\theta_2}$, ($0 \leq \alpha_2 \leq 1, 0 \leq \theta_2 < 2\pi$) 表示天线阵列中交叉极化天线阵列中的同极化相邻天线单元的相关系数, β_1 , ϕ_1 以及 β_2 表示两个极化方向天线单元之间的相关性, 且有 $\beta_1 \geq 0$, $0 \leq \phi_1 < 2\pi$ 以及 $\beta_2 > 0$, n_2 为所述交叉极化天线阵列中的同极化方向的天线单元数, 所述交叉极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中两个极化方向的天线单元组成。

5. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 还包括:

第一网络设备发送经过所述第一级预编码矩阵编码的第二参考信号, 所述第二参考信号用于第二级预编码矩阵指示的确定;

第一网络设备接收第二网络设备发送的第二级预编码矩阵指示;

第一网络设备根据接收到的第二级预编码矩阵指示确定第二级预编码矩阵;

第一网络设备采用所述第一级预编码矩阵和所述第二级预编码矩阵对下行数据进行二级预编码;

第一网络设备发送经过所述二级预编码的下行数据。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 还包括:

第一网络设备在第一级预编码码本中确定第一级预编码矩阵对应的码字;

第一网络设备发送第一级预编码矩阵对应的码字索引给第二网络设备, 用于所述第二级预编码矩阵指示的确定。

7. 如权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 所述第一级预编码码本中的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 满足:

$$\hat{\mathbf{C}} = [\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_S],$$

其中, $\mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{v}_S$ 是 $N \times 1$ 维互不相同的列向量; 或者

$$\hat{\mathbf{C}} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 & & & \\ & \mathbf{v}_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{v}_S \end{bmatrix},$$

其中, $\mathbf{v}_1, \dots, \mathbf{v}_S$ 是 $(N/S) \times 1$ 维列向量, N 为天线阵列的天线单元数, S 为天线端口数, 且有 $S \leq N$ 。

8. 如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 所述空间相关矩阵信息的反馈周期大于所述第二级预编码矩阵指示的反馈周期。

9. 一种二级预编码方法, 包括:

第二网络设备接收第一网络设备发送的第一参考信号;

第二网络设备根据接收到的所述第一参考信号估计空间相关矩阵信息;

第二网络设备发送所述空间相关矩阵信息给第一网络设备, 其中, 所述空间相关矩阵用于所述二级预编码中的第一级预编码矩阵的确定。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述空间相关矩阵信息包括: 第一码本的码字索引和第二码本的码字索引; 或者, 包括空间相关矩阵的码字索引。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述第一码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_1$ 满足 $\hat{\mathbf{R}}_1 = \mathbf{U}(\rho_1, n_1)$, 其中,

$$\mathbf{U}(\rho_1, n_1) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_1^{n_1-1} \\ \rho_1^* & 1 & & \rho_1^{n_1-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_1^*)^{n_1-1} & (\rho_1^*)^{n_1-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_1 = \alpha_1 e^{j\theta_1}$, ($0 \leq \alpha_1 \leq 1, 0 \leq \theta_1 < 2\pi$) 表示天线阵列中单极化天线阵列中相邻天线单元的相关系数, n_1 为所述单极化天线阵列中的天线单元数, 所述单极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中相同极化方向的天线单元组成。

12. 如权利要求 10 或 11 所述的方法, 其特征在于, 所述第二码本中的码字 $\hat{\mathbf{R}}_2$ 满足

$$\hat{\mathbf{R}}_2 = \begin{bmatrix} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_1 e^{j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \\ \beta_1 e^{-j\phi_1} \mathbf{U}(\rho_2, n_2) & \beta_2 \mathbf{U}(\rho_2, n_2) \end{bmatrix},$$

其中,

$$\mathbf{U}(\rho_2, n_2) = \begin{bmatrix} 1 & \rho_2 & \cdots & \rho_2^{n_2-1} \\ \rho_2^* & 1 & & \rho_2^{n_2-2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (\rho_2^*)^{n_2-1} & (\rho_2^*)^{n_2-2} & \cdots & 1 \end{bmatrix},$$

$\rho_2 = \alpha_2 e^{j\theta_2}$, ($0 \leq \alpha_2 \leq 1, 0 \leq \theta_2 < 2\pi$) 表示天线阵列中交叉极化天线阵列中的同极化相邻天线单元的相关系数, β_1 , ϕ_1 以及 β_2 表示两个极化方向天线单元之间的相关性, 且有 $\beta_1 \geq 0$, $0 \leq \phi_1 < 2\pi$ 以及 $\beta_2 > 0$, n_2 为所述交叉极化天线阵列中的同极化方向的天线单元数, 所述交

叉极化天线阵列由天线阵列中同一行或同一列中两个极化方向的天线单元组成。

13. 如权利要求 9 至 12 任一项所述的方法, 还包括:

第二网络设备接收第一网络设备发送的经过所述第一级预编码矩阵编码的第二参考信号;

第二网络设备根据所述第二参考信号确定第二级预编码矩阵指示;

5 第二网络设备发送所述第二级预编码矩阵指示给第一网络设备;

第二网络设备接收第一网络设备发送的经过二级预编码的下行数据。

14. 如权利要求 13 所述的方法, 还包括:

第二网络设备接收第一网络设备发送的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引;

10 第二网络设备根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引确定第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字;

第二网络设备根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号, 确定第二级预编码矩阵指示。

15 15. 如权利要求 13 所述的方法, 还包括:

第二网络设备估计所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字;

第二网络设备根据所述估计的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号, 确定所述第二级预编码矩阵指示。

16. 如权利要求 14 或 15 所述的方法, 其特征在于, 所述第一级预编码码本中的码字 $\hat{\mathbf{C}}$ 满足:

$$20 \quad \hat{\mathbf{C}} = [\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_S],$$

其中, $\mathbf{v}_1 \sim \mathbf{v}_S$ 是 $N \times 1$ 维互不相同的列向量; 或者

$$\hat{\mathbf{C}} = \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1 & & & \\ & \mathbf{v}_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \mathbf{v}_S \end{bmatrix},$$

其中, $\mathbf{v}_1 \sim \mathbf{v}_S$ 是 $(N/S) \times 1$ 维列向量, N 为天线阵列的天线单元数, S 为天线端口数, 且有 $S \leq N$ 。

25 17. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述空间相关矩阵信息的反馈周期大于所述第二级预编码矩阵指示的反馈周期。

18. 一种第一网络设备, 包括:

至少一个发射器, 用于向第二网络设备发送第一参考信号, 所述第一参考信号用于空间相关矩阵信息的估计;

30 至少一个接收器, 用于接收第二网络设备发送的空间相关矩阵信息;

处理器, 用于根据所述空间相关矩阵信息确定所述二级预编码中的第一级预编码矩阵。

19. 如权利要求 18 所述的第一网络设备, 其特征在于, 所述至少一个接收器具体用于: 接收包括第一码本的码字索引和第二码本的码字索引的空间相关矩阵信息; 或者, 接收包括空间相关矩阵的码字索引的空间相关矩阵信息。

35 20. 如权利要求 18 或 19 所述的第一网络设备, 其特征在于:

所述至少一个发射器还用于, 发送经过所述第一级预编码矩阵编码的第二参考信号, 所述第二参考信号用于第二级预编码矩阵指示的确定;

所述至少一个接收器还用于, 接收第二网络设备发送的第二级预编码矩阵指示;

所述处理器还用于, 根据接收到的第二级预编码矩阵指示确定第二级预编码矩阵, 和采用所述第一级预编码矩阵和所述第二级预编码矩阵对下行数据进行二级预编码;

所述至少一个发射器还用于, 发送经过所述二级预编码的下行数据。

21. 如权利要求 20 所述的第一网络设备, 其特征在于:

所述处理器还用于, 在第一级预编码码本中确定第一级预编码矩阵对应的的码字;

所述至少一个发射器还用于, 发送所述第一级预编码矩阵对应的码字索引给第二网络设备, 用于所述第二级预编码矩阵指示的确定。

22. 如权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 所述空间相关矩阵信息的反馈周期大于所述第二级预编码矩阵指示的反馈周期。

23. 一种第二网络设备, 包括:

至少一个接收器, 用于接收第一网络设备发送的第一参考信号;

处理器, 用于根据接收到的所述第一参考信号估计空间相关矩阵信息;

至少一个发射器, 用于发送所述空间相关矩阵信息给第一网络设备, 其中, 所述空间相关矩阵用于所述二级预编码中的第一级预编码矩阵的确定。

24. 如权利要求 23 所述的第二网络设备, 其特征在于, 所述至少一个发射器, 具体用于: 发送包括第一码本的码字索引和第二码本的码字索引的所述空间相关矩阵信息; 或者, 发送包括空间相关矩阵的码字索引的空间相关矩阵信息。

25. 如权利要求 23 或 24 所述的第二网络设备, 其特征在于:

所述至少一个接收器, 还用于接收第一网络设备发送经过所述第一级预编码矩阵编码的第二参考信号;

所述处理器, 还用于根据所述第二参考信号确定第二级预编码矩阵指示;

所述至少一个发射器, 还用于发送所述第二级预编码矩阵指示给第一网络设备;

所述至少一个接收器, 还用于接收第一网络设备发送的经过二级预编码的下行数据。

26. 如权利要求 25 所述的第二网络设备, 其特征在于:

所述至少一个接收器, 还用于接收第一网络设备发送的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引;

所述处理器, 还用于根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字索引确定第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字; 和

根据所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号, 确定第二级预编码矩阵指示。

27. 如权利要求 25 所述的第二网络设备, 其特征在于:

所述处理器, 还用于估计所述第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字; 和

根据所述估计的第一级预编码矩阵在第一级预编码码本中对应的码字和所述第二参考信号, 确定所述第二级预编码矩阵指示。

28. 如权利要求 25 所述的第二网络设备, 其特征在于, 所述空间相关矩阵信息的反馈周期大于所述第二级预编码矩阵指示的反馈周期。

29. 一种通信系统, 其特征在于, 包括如权利要求 18-22 中任一项所述的第一网络设备和如权利要求 23-28 中任一项所述的第二网络设备。

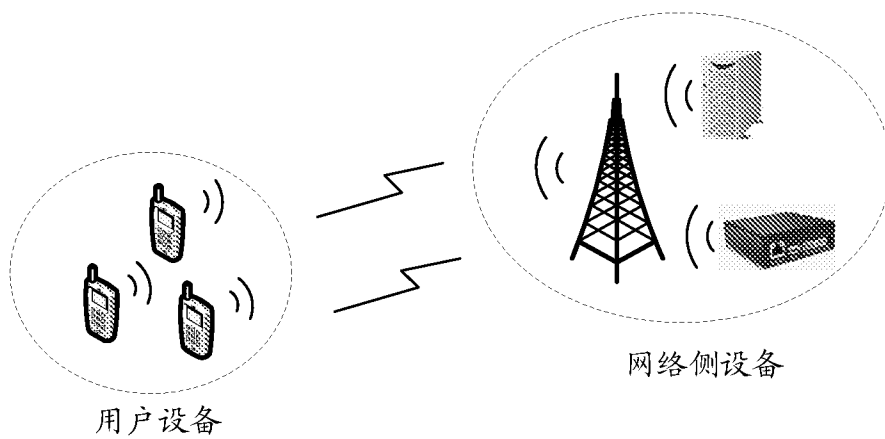


图 1

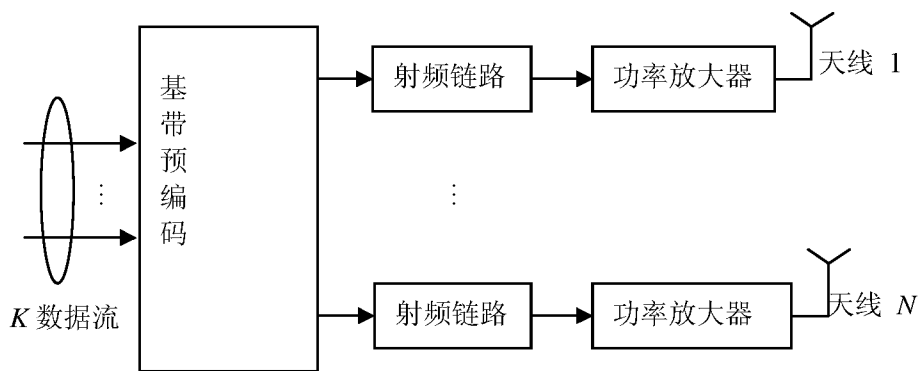


图 2a

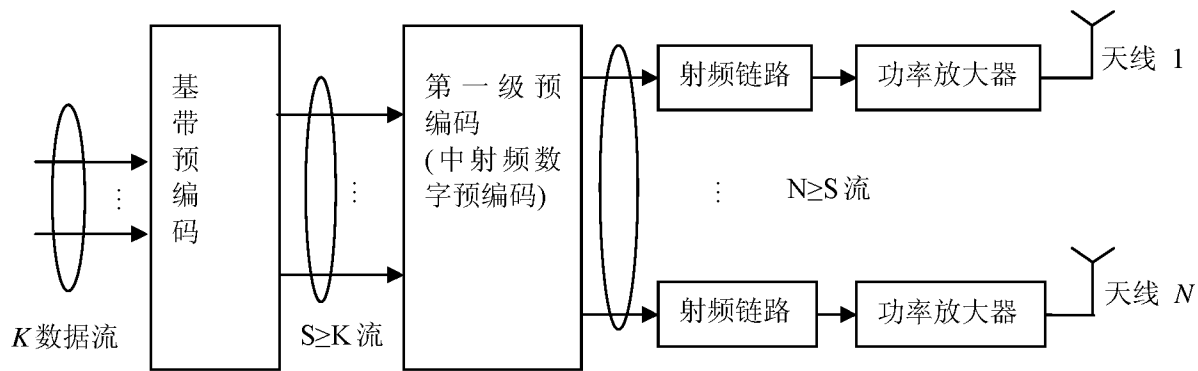


图 2b

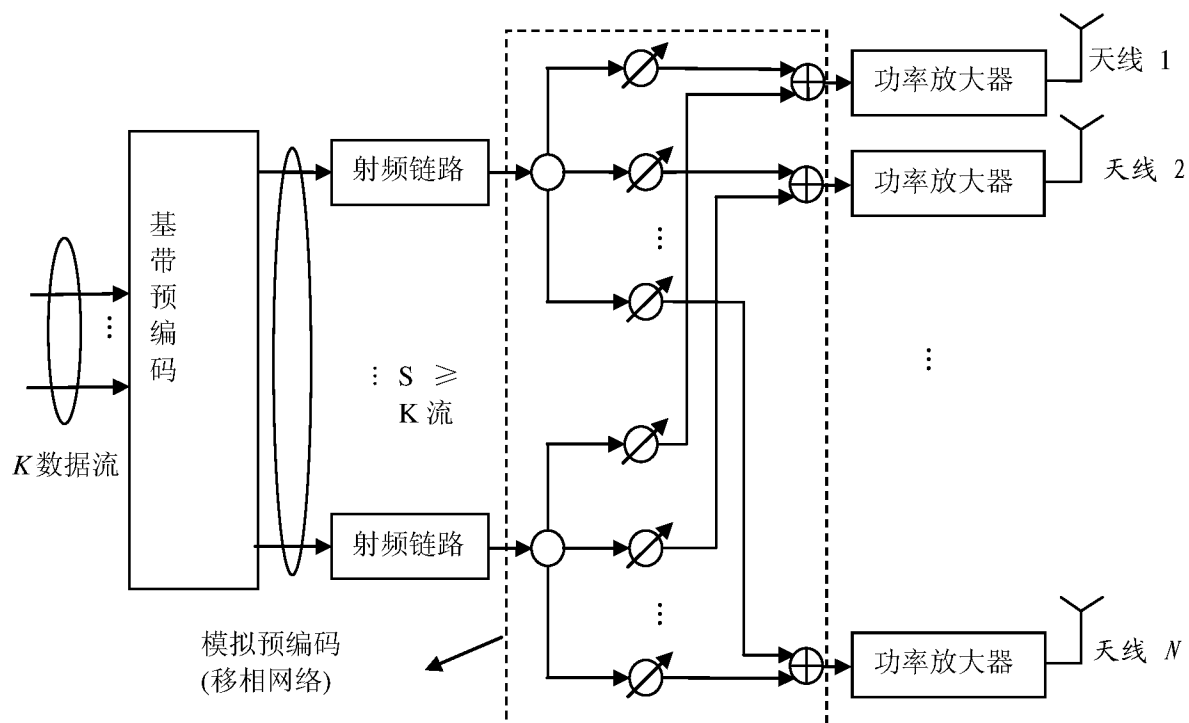


图 2c

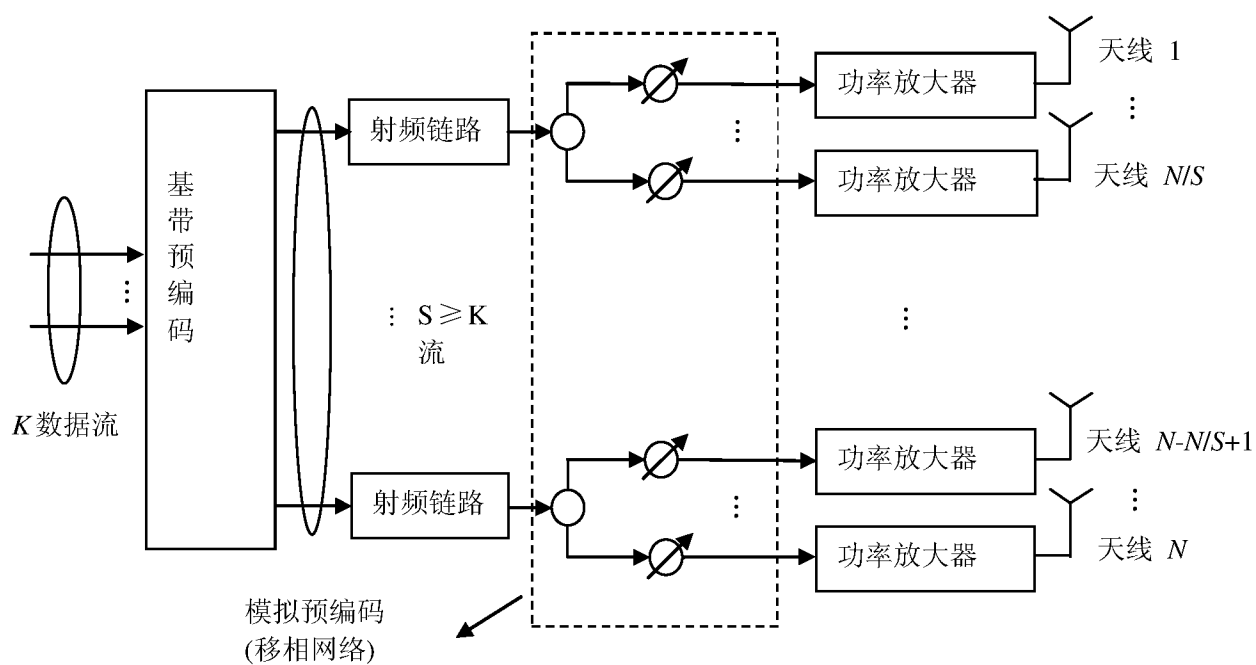


图 2d

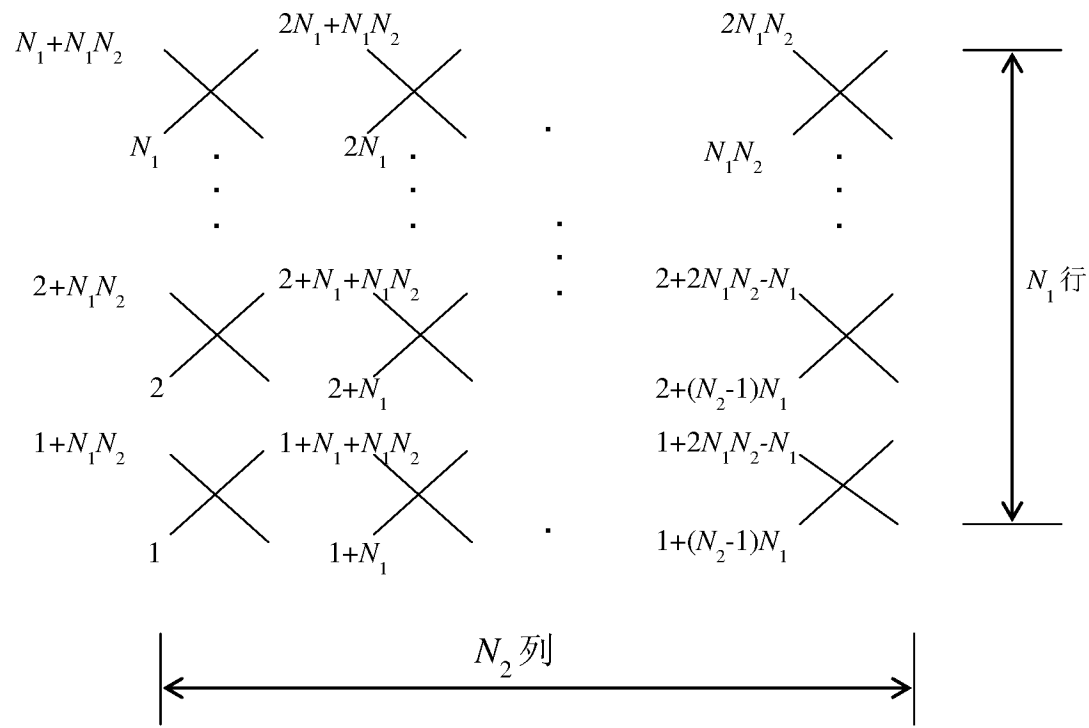


图 3

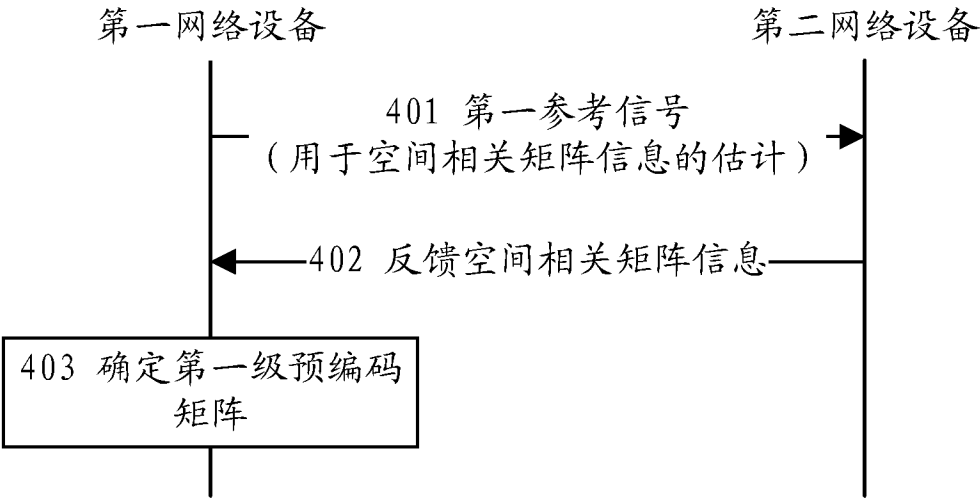


图 4

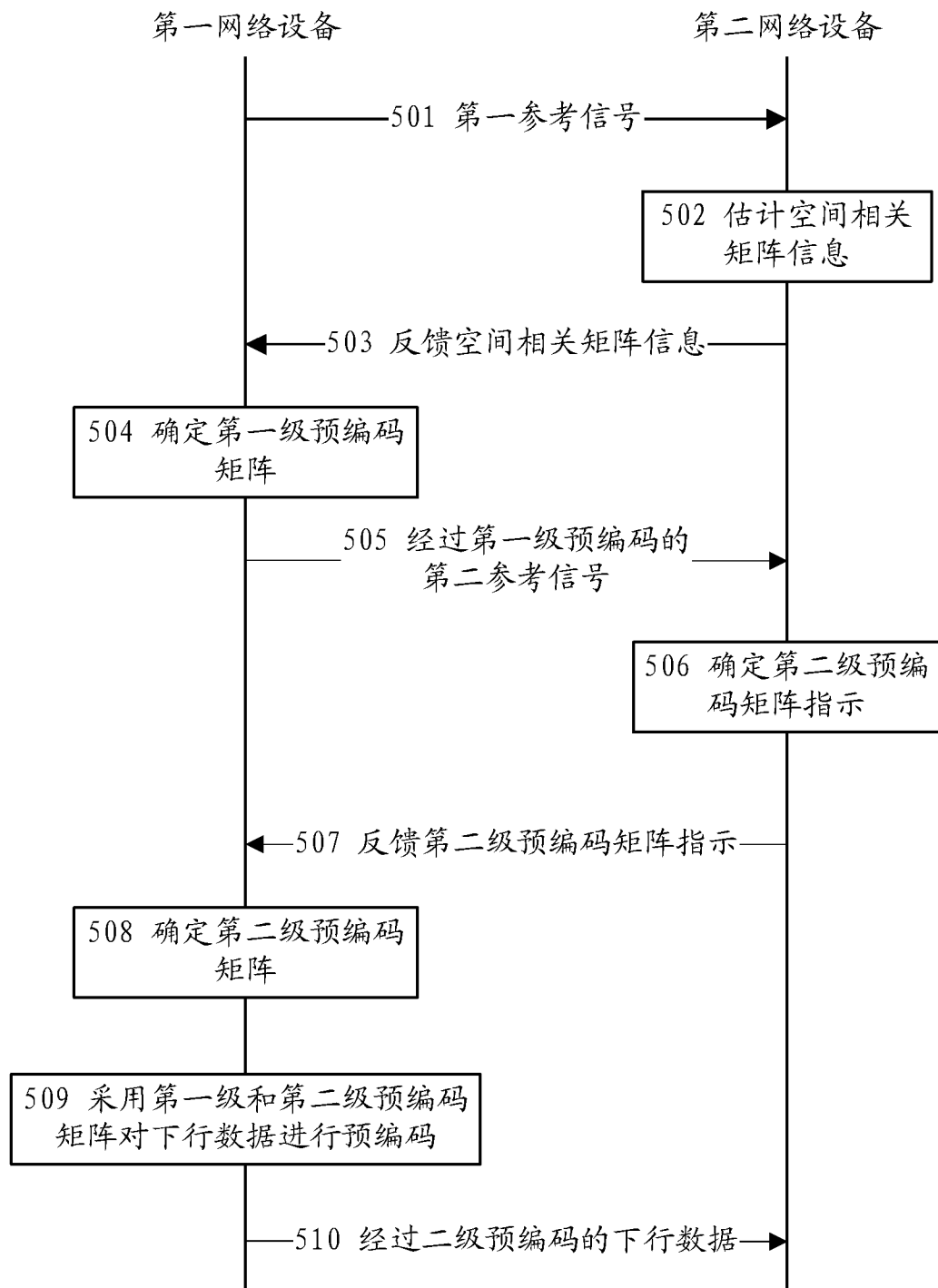


图 5

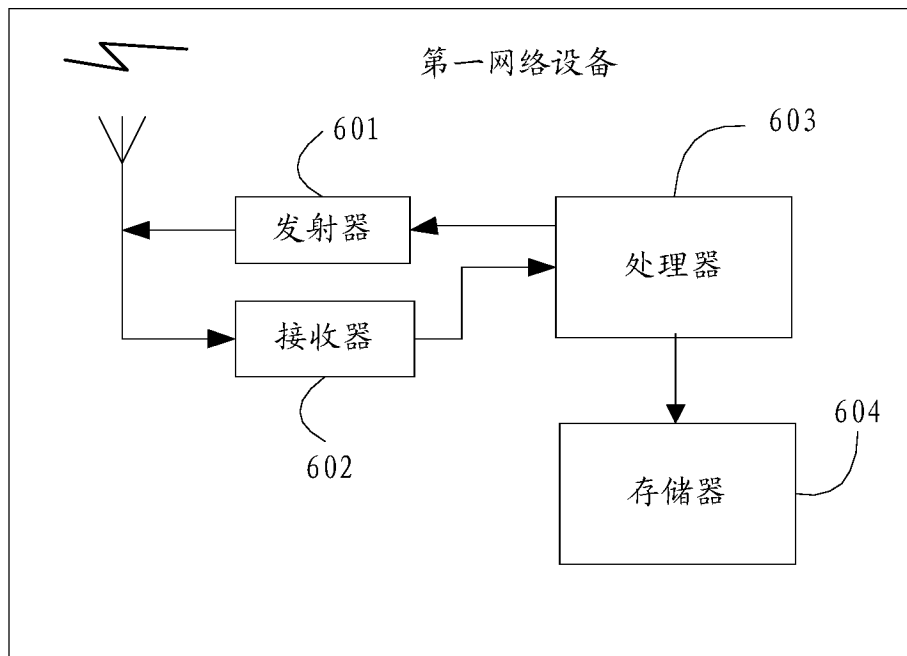


图 6

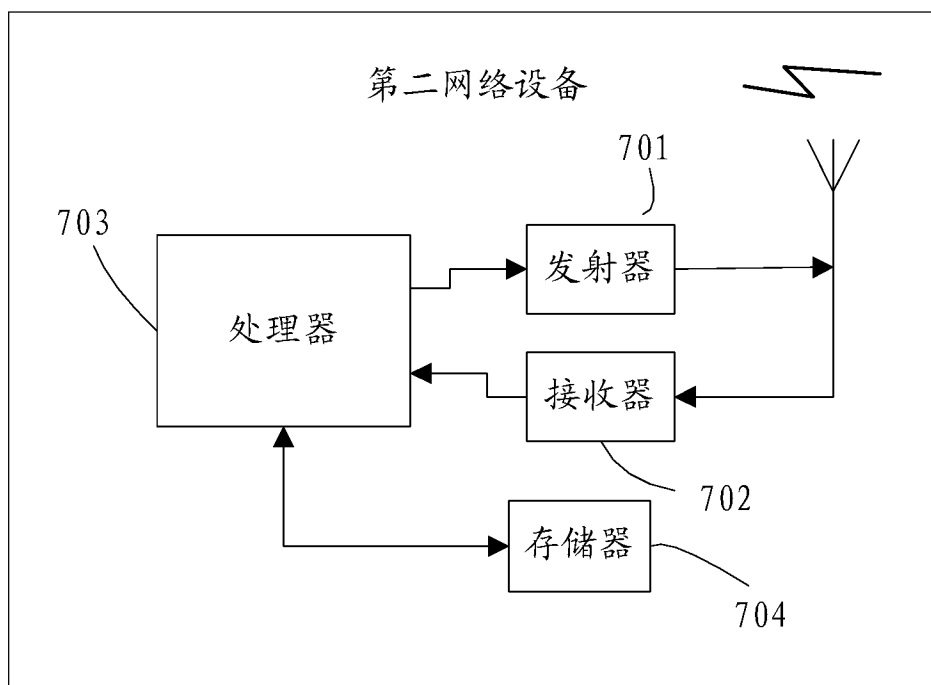


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/084184

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B 7/04 (2017.01) i; H04B 7/06 (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; H04W

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)

CNABS; CNTXT; CNKI; DWPI; VEN; USTXT: second level, multi-level, space, codebook, codon, two, multi, precod+, pre-cod+, pre-encod+, space, correlation, matrix, code, book, word, index, antenna

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101442351 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 27 May 2009 (27.05.2009) claim 1, description, page 1, line 20 to page 2, line 6	1, 9, 18, 23, 29
Y	CN 102299775 A (SHANGHAI ALCATEL-LUCENT CO., LTD.) 28 December 2011 (28.12.2011) description, paragraphs [0018]-[0044], and figure 2	1, 9, 18, 23, 29
Y	US 2011194631 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 11 August 2011 (11.08.2011) description, paragraphs [0057]-[0060], and figure 2	1, 9, 18, 23, 29
Y	WO 2009128630 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 22 October 2009 (22.10.2009) description, page 2, line 16 to page 3, line 23	1, 9, 18, 23, 29

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 11 July 2017	Date of mailing of the international search report 21 July 2017
Name and mailing address of the ISA 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 WANG, Chunyan Telephone No. (86-10) 62089128

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/084184

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102725990 A (SHANGHAI ALCATEL-LUCENT SHANGHAI BELL CO., LTD.) 10 October 2012 (10.10.2012) description, paragraphs [0025]-[0055], and figure 2	1, 9, 18, 23, 29
A	CN 105450343 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 30 March 2016 (30.03.2016) the whole document	1-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/084184

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101442351 A	27 May 2009	CN 101442351 B	24 April 2013
CN 102299775 A	28 December 2011	CN 102299775 B	04 December 2013
US 2011194631 A1	11 August 2011	WO 2011099756 A3	15 December 2011
		WO 2011099756 A2	18 August 2011
		US 8711963 B2	29 April 2014
		KR 20110093565 A	18 August 2011
		KR 1707022 B1	15 February 2017
WO 2009128630 A1	22 October 2009	US 2009262694 A1	22 October 2009
		KR 101336961 B1	04 December 2013
		KR 20090110114 A	21 October 2009
		US 8503379 B2	06 August 2013
CN 102725990 A	10 October 2012	WO 2011123972 A1	13 October 2011
		EP 2557718 A1	13 February 2013
		CN 102725990 B	20 January 2016
		KR 101419688 B1	17 July 2014
		US 2013088981 A1	11 April 2013
		EP 2557718 A4	14 August 2013
		JP 2013524654 A	17 June 2013
		KR 20120135344 A	12 December 2012
		JP 5507000 B2	28 May 2014
		BR 112012025665 A2	28 June 2016
		IN 201208463 P4	09 May 2014
CN 105450343 A	30 March 2016	WO 2016029686 A1	03 March 2016
		US 2017170880 A1	15 June 2017
		EP 3179653 A1	14 June 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/084184

A. 主题的分类 H04B 7/04(2017.01)i; H04B 7/06(2006.01)i 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																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H04B; H04W 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 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)) CNABS; CNTXT; CNKI; DWPI; VEN; USTXT: 二级, 两级, 多级, 预编码, 空间, 相关, 矩阵, 码本, 码字, 索引, 天线, two, multi, precod+, pre-cod+, pre-encod+, space, correlation, matrix, code, book, word, index, antenna																							
C. 相关文件 <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>Y</td> <td>CN 101442351 A (电子科技大学) 2009年 5月 27日 (2009 - 05 - 27) 权利要求1, 说明书第1页第20行至第2页第6行</td> <td>1, 9, 18, 23, 29</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102299775 A (上海贝尔股份有限公司) 2011年 12月 28日 (2011 - 12 - 28) 说明书第[0018]-[0044]段, 图2</td> <td>1, 9, 18, 23, 29</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2011194631 A1 (三星电子株式会社) 2011年 8月 11日 (2011 - 08 - 11) 说明书第[0057]-[0060], 图2</td> <td>1, 9, 18, 23, 29</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2009128630 A1 (三星电子株式会社等) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 说明书第2页第16行至第3页第23行</td> <td>1, 9, 18, 23, 29</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102725990 A (上海贝尔股份有限公司) 2012年 10月 10日 (2012 - 10 - 10) 说明书第[0025]-[0055]段, 图2</td> <td>1, 9, 18, 23, 29</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105450343 A (华为技术有限公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文</td> <td>1-29</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	Y	CN 101442351 A (电子科技大学) 2009年 5月 27日 (2009 - 05 - 27) 权利要求1, 说明书第1页第20行至第2页第6行	1, 9, 18, 23, 29	Y	CN 102299775 A (上海贝尔股份有限公司) 2011年 12月 28日 (2011 - 12 - 28) 说明书第[0018]-[0044]段, 图2	1, 9, 18, 23, 29	Y	US 2011194631 A1 (三星电子株式会社) 2011年 8月 11日 (2011 - 08 - 11) 说明书第[0057]-[0060], 图2	1, 9, 18, 23, 29	Y	WO 2009128630 A1 (三星电子株式会社等) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 说明书第2页第16行至第3页第23行	1, 9, 18, 23, 29	Y	CN 102725990 A (上海贝尔股份有限公司) 2012年 10月 10日 (2012 - 10 - 10) 说明书第[0025]-[0055]段, 图2	1, 9, 18, 23, 29	A	CN 105450343 A (华为技术有限公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-29
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 101442351 A (电子科技大学) 2009年 5月 27日 (2009 - 05 - 27) 权利要求1, 说明书第1页第20行至第2页第6行	1, 9, 18, 23, 29																					
Y	CN 102299775 A (上海贝尔股份有限公司) 2011年 12月 28日 (2011 - 12 - 28) 说明书第[0018]-[0044]段, 图2	1, 9, 18, 23, 29																					
Y	US 2011194631 A1 (三星电子株式会社) 2011年 8月 11日 (2011 - 08 - 11) 说明书第[0057]-[0060], 图2	1, 9, 18, 23, 29																					
Y	WO 2009128630 A1 (三星电子株式会社等) 2009年 10月 22日 (2009 - 10 - 22) 说明书第2页第16行至第3页第23行	1, 9, 18, 23, 29																					
Y	CN 102725990 A (上海贝尔股份有限公司) 2012年 10月 10日 (2012 - 10 - 10) 说明书第[0025]-[0055]段, 图2	1, 9, 18, 23, 29																					
A	CN 105450343 A (华为技术有限公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30) 全文	1-29																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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 “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 “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 “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 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2017年 7月 11日		国际检索报告邮寄日期 2017年 7月 21日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 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 传真号 (86-10)62019451		授权官员 王春艳 电话号码 (86-10)62089128																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/084184

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	101442351	A	2009年 5月 27日	CN	101442351	B	2013年 4月 24日		
CN	102299775	A	2011年 12月 28日	CN	102299775	B	2013年 12月 4日		
US	2011194631	A1	2011年 8月 11日	WO	2011099756	A3	2011年 12月 15日		
				WO	2011099756	A2	2011年 8月 18日		
				US	8711963	B2	2014年 4月 29日		
				KR	20110093565	A	2011年 8月 18日		
				KR	1707022	B1	2017年 2月 15日		
WO	2009128630	A1	2009年 10月 22日	US	2009262694	A1	2009年 10月 22日		
				KR	101336961	B1	2013年 12月 4日		
				KR	20090110114	A	2009年 10月 21日		
				US	8503379	B2	2013年 8月 6日		
CN	102725990	A	2012年 10月 10日	WO	2011123972	A1	2011年 10月 13日		
				EP	2557718	A1	2013年 2月 13日		
				CN	102725990	B	2016年 1月 20日		
				KR	101419688	B1	2014年 7月 17日		
				US	2013088981	A1	2013年 4月 11日		
				EP	2557718	A4	2013年 8月 14日		
				JP	2013524654	A	2013年 6月 17日		
				KR	20120135344	A	2012年 12月 12日		
				JP	5507000	B2	2014年 5月 28日		
				BR	112012025665	A2	2016年 6月 28日		
				IN	201208463	P4	2014年 5月 9日		
CN	105450343	A	2016年 3月 30日	WO	2016029686	A1	2016年 3月 3日		
				US	2017170880	A1	2017年 6月 15日		
				EP	3179653	A1	2017年 6月 14日		