(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
2018 年 11 月 1 日 (01.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/196505 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 27/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/079538

(22) 国际申请日: 2018 年 3 月 20 日 (20.03.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710286473.6 2017年4月27日 (27.04.2017) CN

(71) 申请人: 株式会社 NTT 都科摩 (NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 日本东京都千代田区永田町 2-11-1山王ParkTower, Tokyo (JP)。

(72) 发明人: 叶能(YE, Neng); 中国北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7层, Beijing 100190 (CN)。 李详明(LI, Xiangming); 中国北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7层, Beijing 100190 (CN)。 陈晓航(CHEN, Xiaohang); 中国北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7层, Beijing 100190 (CN)。 侯晓林(HOU, Xiaolin); 中国北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7层, Beijing 100190 (CN)。 赵群(ZHAO, Qun); 中国北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7层, Beijing 100190 (CN)。 蒋惠玲(JIANG, Huiling); 中国北京市海淀区科学院南路2号融科资讯中心A座7层, Beijing 100190 (CN)。

(74) 代理人: 北京德琦知识产权代理有限公司 (DEQI INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区知春路1号学院国际大厦7层, Beijing 100083 (CN)。

(54) **Title:** CONSTELLATION DIAGRAM ROTATING METHOD AND DEVICE

(54) **发明名称**: 星座图旋转方法及装置

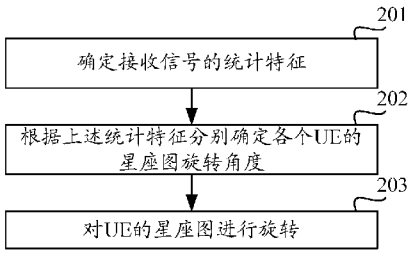


图 2

201 DETERMINE STATISTICAL FEATURES OF A RECEIVED SIGNAL
202 SEPARATELY DETERMINE A CONSTELLATION DIAGRAM ROTATING ANGLE OF EACH UE ACCORDING TO THE STATISTICAL FEATURES
203 ROTATE A CONSTELLATION DIAGRAM OF THE UE

(57) **Abstract:** The present application provides a constellation diagram rotating method, comprising: determining statistical features of a received signal according to channel coefficients, noise information and/or interference information of one or more User Equipments (UEs); determining a constellation diagram rotating angle of each UE according to the determined statistical features of the received signal; and after mapping a symbol to be transmitted of each UE to an antenna array, separately rotating a constellation diagram of each UE according to the constellation diagram rotating angle of each UE. The present application also provides a constellation diagram rotating angle determining method and a device corresponding to the method above.

(57) **摘要**: 本申请提供了一种星座图旋转方法，包括：根据一个或多个用户设备(UE)的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征；根据所确定的接收信号的统计特征确定各个UE的星座图旋转角度；以及在完成针对各个UE待传输的符号至天线阵的映射后，分别根据各个UE的星座图旋转角度对各个UE的星座图进行旋转。本申请还提供了星座图旋转角度确定方法以及与上述方法对应的装置。

WO 2018/196505 A1

[见续页]

(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, JO, 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, 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)。

根据细则4.17的声明：

— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则4.17(iii))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

星座图旋转方法及装置

本申请要求于 2017 年 4 月 27 日提交中国专利局、申请号为 201710286473.6，发明名称为“星座图旋转方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及移动通信技术领域，特别涉及多用户接入技术中的星座图旋转方法及装置。

发明背景

通过非正交多址接入（NOMA）技术可以显著提高小区边缘用户的上行和下行传输性能以及系统的吞吐量。而且根据信息论，通过调整用户终端（UE）的星座图旋转角度可以进一步提高 NOMA 系统的传输性能以及吞吐量。为此，需要研究如何确定 UE 的星座图旋转角度以优化 NOMA 系统的传输性能和吞吐率。

发明内容

本申请的实例提出了一种星座图旋转方法。该方法包括：根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定基站的接收信号的统计特征，其中，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的所述一个或多个 UE 发送的信号；根据所确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度；以及根据各个 UE 的星座图旋转角度对所述一个或者多个 UE 的星座图进行旋转。

本申请的实例还提出了一种星座图旋转方法。该方法包括：根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定基站的

接收信号的统计特征，其中，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的所述一个或多个 UE 发送的信号；根据所确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度；以及将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE。

本申请的实例又提出了一种星座图旋转方法。该方法包括：从基站接收自身的星座图旋转角度，其中，所述星座图旋转角度是由基站根据接收信号的统计特征确定的，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的一个或多个用户设备 UE 发送的信号；所述基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定所述接收信号的统计特征；以及根据所述星座图旋转角度对自身的星座图进行旋转。

相对应地，本申请的实例提出了一种基站。该基站包括：

处理器；

与所述处理器相连接的存储器；所述存储器中存储有机器可读指令模块；所述机器可读指令模块包括：

模型建立模块，用于根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定基站的接收信号的统计特征，其中，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的所述一个或多个 UE 发送的信号；以及

星座图旋转角度确定模块，用于根据所确定的接收信号的统计特征分别确定各个对应 UE 的星座图旋转角度。

除此之外，本申请的实例还提出了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令，其中，所述计算机指令被处理器执行时实现上述任一方法的步骤。

附图简要说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将

对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 显示了本申请实例所述的无线通信系统的接入网侧一个示例；

图 2 显示了本申请实例所述的适用于下行数据传输的星座图旋转方法；

图 3 显示了本申请实例所述的基站在处理下行数据流时的处理过程；

图 4 显示了本申请实例所述的适用于上行数据传输的星座图旋转方法；

图 5 显示了一个下行信令的示例；

图 6 显示了本申请实例所述的 UE 在处理上行数据流时的处理过程；

图 7 显示了本申请一实例所述的星座图旋转装置结构示意图；

图 8 显示了本申请一实例所述的星座图旋转装置结构示意图；以及

图 9 是本申请一实例所涉及的无线基站和用户终端的硬件结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，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他实施例，都属于本发明保护的范围。

为了描述上的简洁和直观，下文通过描述若干代表性的实施例来对本发明的方案进行阐述。实施例中大量的细节仅用于帮助理解本发明的

方案。但是很明显，本发明的技术方案实现时可以不局限于这些细节。为了避免不必要地模糊了本发明的方案，一些实施方式没有进行细致地描述，而是仅给出了框架。下文中，“包括”是指“包括但不限于”，“根据……”是指“至少根据……，但不限于仅根据……”。下文中没有特别指出一个成分的数量时，意味着该成分可以是一个也可以是多个，或可理解为至少一个。

如前所述，通过调整 UE 的星座图旋转角度可以进一步提高 NOMA 系统的传输性能以及吞吐量。而对于如何确定 UE 的星座图旋转角度以最大化系统的吞吐量却是非常复杂的问题。目前，可以通过穷举的方法遍历所有可能的星座图旋转角度，并从中找出使得系统性能最佳的星座图旋转角度。但是，可以想象，这样的处理方式计算复杂度非常高，基站需要大量的硬件资源以进行计算以及存储，而且灵活度也非常差，并不适用于实时业务的应用。此外，除了上述方法之外，还可以遍历所有可能的星座图旋转角度（或采用优化理论中常用的最大最小优化方法），从中找到使得接收端的总和星座图（或复合星座图或叠加星座图，composite constellation）中距离最近的两个星座点之间的距离的最大化的星座图旋转角度。本领域的技术人员可以理解，这样的做法虽然在一定程度内降低了计算的复杂度，但是，这种方法并没有考虑到噪声的影响，因此，在信噪比较低的情况下所确定的星座图旋转角度并不是最佳的星座图旋转角度，也即在信噪比较低的情况下，采用这种方法无法很好的优化系统性能以及吞吐量。

基于上述说明，本申请的实例提出了一种星座图旋转方法，可以用以确定上、下行各个 UE 星座图旋转的角度。而且本申请实例提出的方法既考虑了 UE 的信道系数等小尺度信道信息，还考虑了 UE 的信噪比等大尺度信道信息，因此，所确定的 UE 的星座图旋转角度在各种信噪

比条件下都可以获得很好的系统性能和吞吐量，而且该方法的计算复杂度非常小，从而可以降低基站的计算量，减小计算时延以及基站的功率消耗，同时也可以降低基站在计算以及存储方面对于硬件资源的要求。

图 1 显示了本申请实例所述的无线通信系统的接入网侧一个示例。从图 1 可以看出，本申请实例所述的无线通信系统中可以包括至少一个基站（BS）以及至少两个 UE，例如 UE1 和 UE2。其中，UE1 和 UE2 可以通过非正交多址接入（NOMA）方式接入上述 BS。由于，UE1 和 UE2 是通过非正交方式复用相同的时频资源的，因此，可以通过对 UE 进行星座图旋转的方式来提高系统的传输性能以及吞吐量。在图 1 所示的系统中，假设 UE2 不进行星座图旋转，而 UE1 的星座图旋转角度是φ（相当于 UE1 的星座图参照 UE2 的星座图的旋转角度是φ），则此时基站接收到的信号可以如下面公式（1）所示。

$$y^{\varphi} = x_1 \cdot e^{j\varphi} + x_2 + n_0 = x_1^{\varphi} + x_2 + n_0 \quad (1)$$

其中，y^{φ}为基站的接收信号；x_1为 UE1 未进行星座图旋转时，发送的信号经过物理信道（即经过衰减和衰落）后在基站端看到的信号（该信号实际为 UE1 调制符号乘以信道系数）；$x_1 \cdot e^{j\varphi}$为 UE1 进行星座图旋转后，发送的信号经过物理信道后在基站端看到的信号；x_2为 UE2 发送的信号经过物理信道后在基站端看到的信号；φ为 UE1 的星座图相对于自己的原星座图的旋转角度。

另外，可以令 $y^{\varphi} \sim P_{Y^{\varphi}}(y^{\varphi})$，$x_1^{\varphi} \sim P_{X_1^{\varphi}}(x_1^{\varphi})$，$x_2 \sim P_{X_2}(x_2)$ 以及 $n_{0,r} \sim CN(0, \sigma_0^2 I_t)$。其中，$y^{\varphi} \sim P_{Y^{\varphi}}(y^{\varphi})$代表随机变量$y^{\varphi}$的分布函数为$P_{Y^{\varphi}}(y^{\varphi})$。分布函数$P_{Y^{\varphi}}(y^{\varphi})$由 UE（们）的信道系数、UE（们）的发送星座图和 UE（们）星座图的旋转角度唯一确定。$x_1^{\varphi} \sim P_{X_1^{\varphi}}(x_1^{\varphi})$代表随机变量$x_1^{\varphi}$的分布函数为$P_{X_1^{\varphi}}(x_1^{\varphi})$，其中，分布函数$P_{X_1^{\varphi}}(x_1^{\varphi})$由 UE1 的信道系数，UE1 的发

送星座图和 UE1 的旋转角度唯一确定。$x_2 \sim P_{X_2}(x_2)$ 代表随机变量 x_2 的分布函数为 $P_{X_2}(x_2)$，其中分布函数 $P_{X_2}(x_2)$ 由 UE2 的信道系数，UE2 的发送星座图唯一确定。$n_{0,r} \sim CN(0,\sigma_0^2 I_t)$ 代表随机变量 $n_{0,r}$ 满足循环对称复高斯噪声分布函数 $CN(0,\sigma_0^2 I_t)$。

其中，Y^{φ} 为接收端信号的随机变量。X_1^{φ} 为所有可能的 $x_1 \cdot e^{j\varphi}$ 组成的集合；X_2 为所有可能的 x_2 组成的集合；$|X_1^{\varphi}|$ 为集合 X_1^{φ} 中的元素个数，$|X_2|$ 为集合 X_2 中的元素个数。$n_{0,r}$ 为噪声；σ_0^2 为噪声方差；I_t 为单位对角矩阵；t 为基站侧的天线数以及 CN(u,v)为均值为 u 方差为 v 的循环对称复高斯分布。

如前所述，通过星座图旋转可以提高系统性能，那么，本申请实例所要解决的主要问题就是如何确定上述φ值，使得系统的吞吐量最大，从而达到尽可能优化系统的传输性能的目的。

根据上述基站的接收信号表达方式，可以确定系统的性能以及吞吐量的优化目标等效于找到使得表达式 $I(Y^{\varphi};X_1^{\varphi})$ 的值最大的星座图旋转角度φ，其中，$I(A;B)$ 代表随机变量 A 与 B 的互信息函数。

但是，本领域的技术人员可以理解，实现上述目标的计算复杂度非常高，在实际应用中很难很快计算出来，因此，需要对上述优化目标进行进一步转化。

为此，在本申请的一些实例中，提出混合高斯模型，并对上述接收端信号的随机变量进行混合高斯模型建模，得到基于混合高斯模型的接收信号随机变量 Y^{φ}，可知其分布函数可如下公式（2）所示：

$$Y^{\varphi} \sim \sum_{x_{1,j}^{\varphi_1} \in X_1^{\varphi_1}, x_{2,k}^{\varphi_2} \in X_2^{\varphi_2}, \cdots, x_{N,l}^{\varphi_N} \in X_N^{\varphi_N}} \frac{1}{\left|X_1^{\varphi_1}\right| \times \left|X_2^{\varphi_2}\right| \times \cdots \times \left|X_N^{\varphi_N}\right|} CN\left(x_{1,j}^{\varphi_1} + x_{2,k}^{\varphi_2} + \ldots + x_{N,l}^{\varphi_N}, \sigma_0^2 I\right) \quad (2)$$

其中，Y^{φ} 为代表接收端信号的随机变量；$x_{1,j}^{\varphi_1}$ 为 UE1 星座图旋转角

度φ_1后发送的信号经过物理信道后在接收端看到的信号；$X_1^{\varphi_1}$是 UE1 发送的所有可能的星座点经过物理信道后在接收端看到的星座点集合；$x_{2,k}^{\varphi_2}$为 UE2 星座图旋转角度φ_2后发送的信号经过物理信道后在基站端看到的信号；$X_2^{\varphi_2}$是 UE2 发送的所有可能的星座点经过物理信道后在接收端看到的星座点集合；$x_{N,l}^{\varphi_N}$为 UE_N 星座图旋转角度φ_N后发送的信号经过物理信道后在接收端看到的信号；$X_N^{\varphi_N}$是 UE_N 发送的所有可能的星座点经过物理信道后在接收端看到的星座点集合；N 为 UE 的个数；$\left|X_1^{\varphi_1}\right|$为集合$X_1^{\varphi_1}$中的元素个数，$\left|X_2^{\varphi_2}\right|$为集合$X_2^{\varphi_2}$中的元素个数，$\left|X_N^{\varphi_N}\right|$为集合$X_N^{\varphi_N}$中的元素个数；$\sigma_0^2$为噪声方差；$I$为单位对角矩阵；以及 $CN(u,v)$ 为均值为 u 方差为 v 的循环对称复高斯分布。

例如，当 UE 的个数是 2 个时，上述基于混合高斯模型的接收信号随机变量的分布函数可如下公式（3）所示：

$$Y^{\varphi}\sim\sum_{x_{1,j}^{\varphi}\in X_1^{\varphi}}\sum_{x_{2,k}\in X_2}\frac{1}{\left|X_1^{\varphi}\right|\times\left|X_2\right|}CN\left(x_{1,j}^{\varphi}+x_{2,k},\sigma_0^2 I\right) \quad (3)$$

又例如，当 UE 的个数是 3 个时，上述基于混合高斯模型的接收信号随机变量的分布函数可如下公式（4）所示：

$$\boldsymbol{Y^{\varphi}}\sim\sum_{\boldsymbol{x_{1,j}^{\varphi_1}}\in\boldsymbol{X_1^{\varphi_1}},\boldsymbol{x_{2,k}^{\varphi_2}}\in\boldsymbol{X_2}^{\varphi_2},\boldsymbol{x}_{3,k}\in\boldsymbol{X}_3}\frac{1}{|\boldsymbol{X_1^{\varphi_1}}|\times|\boldsymbol{X_2}^{\varphi_2}|\times|\boldsymbol{X}_3|}\mathcal{CN}\left(\boldsymbol{x_{1,j}^{\varphi}}+\boldsymbol{x_{2,k}^{\varphi_1}}+\boldsymbol{x}_{3,k},{\sigma_0}^2\mathbf{I}\right) \quad (4)$$

可以看出，通过上述混合高斯模型得到的接收信号的随机变量Y^{φ}的分布函数既与 UE 的信道系数等小尺度信道信息（$x_{1,j}^{\varphi}$和$x_{2,k}$中包含信道系数等小尺度信息）有关，也与 UE 的信噪比等大尺度信道信息（高斯模型的方差σ^2代表 UE 信道的噪声）有关。而且，根据接收信号随机变量

的分布函数可以确定接收信号随机变量的熵。例如，本领域的技术人员可以理解，如果将随机变量 Y 的分布函数记作 $f(y)$，则该随机变量熵为可以表示为 $h(Y)=\int f(y)\log(f(y))dy$，其中，$h(Y)$ 代表随机遍变量 Y 的熵。这里，随机变量 Y 用大写表示，主要用以区别于积分变量 y。

而且经过推理证明可以得到：当 UE 的个数为 2 个时，求解 φ 使得 $I(Y^{\varphi};X_1^{\varphi})$ 最大化的优化目标等效于求解 φ 使得 $h(Y^{\varphi})$ 最大化的优化目标；其中，$h()$ 是指求随机变量 Y^{φ} 的熵。

因而，在本申请的实例中，在确定 UE 的基于混合高斯模型的接收信号随机变量的分布函数之后，可根据其分布函数求解使得该接收信号随机变量的熵最大的星座图旋转角度，并将其作为该 UE 星座图旋转角度。

如前所述，当 UE 的个数为 2 个时，求解 φ 使得 $h(Y^{\varphi})$ 最大化等效于求解 φ 使得 $I(Y^{\varphi};X_1^{\varphi})$ 最大化，因此，通过上述方法得到的星座图旋转角度亦可以使得 $I(Y^{\varphi};X_1^{\varphi})$ 最大化，也即使得系统吞吐量最大。而当 UE 的个数超过 2 个时，求解 φ 使得 $h(Y^{\varphi})$ 最大化也可以在很大程度上提高系统的吞吐量。也就是说，通过最大化上述基于混合高斯模型的接收信号随机变量可以优化系统的性能以及吞吐量。而且，上述基于混合高斯模型的接收信号随机变量既考虑了噪声的影响以及不同星座点的幅度，也即既考虑了噪声的情况以及 UE 的信道系数，因而，据此得到的 φ 值可以适用不同的信噪比情况以及不同的星座图，在信噪比较高或信噪比较低的情况下都可以获得很高的准确度，因此，该方法的灵活度非常高，适用非常广的信噪比范围。而且，该方法并不限制星座图的形式，可以适用于各种复杂的星座图形式，例如正交幅度调制（QAM）等等。

更进一步，为了进一步降低在求解 φ 使得 $h(Y^{\varphi})$ 最大化的数值计算过程中的计算复杂度，则可以对上述 $h(Y^{\varphi})$ 进行近似处理，得到其闭式下限

表达式$h^L(Y^\varphi)$来代替上述$h(Y^\varphi)$，也即将使得$h^L(Y^\varphi)$最大化的星座图旋转角度φ作为对应 UE 的星座图旋转角度。此时，优化目标进一步转化为求解φ使得$h^L(Y^\varphi)$最大化。

在本申请的一些实例中，当 UE 的个数为 2 个时，上述$h(Y^\varphi)$的闭式下限表达式$h^L(Y^\varphi)$可以如下公式（5）所示：

$$\begin{aligned} h^L(Y^\varphi) &= -\sum_{X_{JK}} \frac{1}{|X|} \log\left(\sum_{X_{LM}} \frac{1}{|X|} \exp\left(-t\log\left(4\pi\sigma^2\right) - \frac{1}{4\sigma^2} \left\| \mu_{j,k}^{\varphi} - \mu_{l,m}^{\varphi} \right\|^2 \right) \right) \\ &= C - \frac{1}{|X|} \sum_{X_{JK}} \log\left(\sum_{X_{LM}} \frac{1}{|X|} \exp\left(-\frac{1}{4\sigma^2} \left\| \mu_{j,k}^{\varphi} - \mu_{l,m}^{\varphi} \right\|^2 \right) \right) \end{aligned} \quad (5)$$

其中，C 为一个常数；$\left\| \mu_{j,k}^{\varphi} - \mu_{l,m}^{\varphi} \right\|^2$代表两个星座点之间的距离。具体地，$\mu_{j,k}^{\varphi}$代表$\boldsymbol{\mu}_{j,k}^{\boldsymbol{\varphi}} = \left[\mathrm{Re}\left(\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}} + \boldsymbol{x}_{2,k} \right) \quad \mathrm{Im}\left(\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}} + \boldsymbol{x}_{2,k} \right) \right]^T$；代表$\boldsymbol{\mu}_{l,m}^{\boldsymbol{\varphi}} = \left[\mathrm{Re}\left(\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}} + \boldsymbol{x}_{2,m} \right) \quad \mathrm{Im}\left(\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}} + \boldsymbol{x}_{2,m} \right) \right]^T$。$X$ 代表$\frac{1}{|\boldsymbol{x}_1^{\boldsymbol{\varphi}}| \times |\boldsymbol{x}_2|}$；$X_{JK}$代表$\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}} \in \boldsymbol{X}_1^{\boldsymbol{\varphi}}, \boldsymbol{x}_{2,k} \in \boldsymbol{X}_2$；$X_{LM}$代表$\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}} \in \boldsymbol{X}_1^{\boldsymbol{\varphi}}, \boldsymbol{x}_{2,m} \in \boldsymbol{X}_2$；$t$代表天线数；$\sigma^2$代表噪声。

从上述公式（5）可以看出，上述基于混合高斯模型的接收信号随机变量的熵的下限表达式是一个闭式表达式，又可称为闭式下限表达式，因此，求解使得其最大化的φ值的计算复杂度非常低，只有 O(1)，也即和星座图的旋转角度参数基本无关，因此，对基站计算以及存储的硬件资源要求都很低，计算时延也很小，更适用于实时应用。

基于以上研究，可以进一步将上述思想的应用环境扩大到噪声和/或干扰是非高斯的情况下，也即将混合高斯模型扩展到非高斯的环境下，亦可称为混合模型。此时，可以用噪声和/或干扰的分布函数$f\left(x_{1,j}^{\varphi_1}, x_{2,k}^{\varphi_2}, \ldots, x_{N,l}^{\varphi_N} \right)$代替上述公式（2）、（3）或（4）中的$CN\left(x_{1,j}^{\varphi_1} + x_{2,k}^{\varphi_2} + \ldots + x_{N,l}^{\varphi_N}, \sigma_0^2 I \right)$，从而得到下面的公式（6）作为非高斯环境下

接收信号随机变量的分布函数，可据此计算接收信号随机变量的熵：

$$Y^{\varphi}\sim\sum_{x_{1,j}^{\varphi_1}\in X_1^{\varphi_1},x_{2,k}^{\varphi_2}\in X_2^{\varphi_2},\cdots,x_{N,l}^{\varphi_N}\in X_N^{\varphi_N}}\frac{1}{\left|X_1^{\varphi_1}\right|\times\left|X_2^{\varphi_2}\right|\times\cdots\times\left|X_N^{\varphi_N}\right|}f\left(x_{1,j}^{\varphi_1},x_{2,k}^{\varphi_2},\ldots,x_{N,l}^{\varphi_N}\right)$$

（6）

其中，各个参数的含义可以参考公式（2）的说明。

更进一步，还可以用接收信号的 M 阶中心距，例如 2 阶中心距（也即方差），来代替上文中的接收信号随机变量的熵。其中，M 为大于或者等于 2 的自然数。在这种情况下，接收信号的 M 阶中心距可以作为接收信号随机变量的熵的一种次优近似。此时，在确定各个 UE 的星座图旋转角度时，可以求解使得接收信号的 M 阶中心距最大时的各个 UE 星座图旋转角度作为各个 UE 的星座图旋转角度。

基于上述说明，本申请提出了一种星座图旋转方法。该方法可以适用于下行数据传输，可以由基站执行。图 2 显示了适用于下行数据传输的星座图旋转方法。如图 2 所示，该方法包括：

步骤 201：基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征。

在本申请的一些实例中，上述接收信号的统计特征可以具体是指基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定的接收信号随机变量的熵。特别地，对于多用户共享传输的具体场景而言，多用户的信号可以建模为混合高斯模型，此时，上述接收信号的统计特征可以具体是指基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息并基于混合高斯/非高斯模型确定的接收信号随机变量的熵。

在本申请的一些实例中，基站可以通过信道测量分别获取多个 UE 的信道系数。而对于信道噪声，在本申请的一些实例中，可以采用固定的信道噪声或者根据当前系统或信道的情况设定，例如设置为-110dBm。

在本申请的一些实例中，确定接收信号随机变量的熵可以包括如下两个步骤：确定接收信号随机变量的分布函数；以及根据所述接收信号随机变量的分布函数确定所述接收信号随机变量的熵。

上述接收信号随机变量是基站侧看到的接收信号随机变量的一个变形，其分布函数具体可以参考上述公式（2）、（3）、（4）或（6），也即根据各个 UE 发送的所有可能的星座点经过物理信道后在接收端看到的星座点集合中元素的个数以及噪声和/或干扰的分布函数确定所述接收信号随机变量的分布函数。而且，该接收信号随机变量的分布函数与 UE 的小尺度信道信息（例如信道系数）以及大尺度信道信息（例如信噪比的统计值）相关联。其中，在高斯环境下，噪声和/或干扰的分布函数为以接收端看到的各个 UE 的信号之和为均值以噪声方差为方差的循环对称高斯分布函数。从前面的描述可以看出，通过上述分布函数，可以得到基于混合高斯模型的接收信号随机变量的熵。

在本申请的另一些实例中，为了进一步降低计算量，可以对所述接收信号随机变量的熵的表达式进行近似处理，得到所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式，用接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式作为接收信号随机变量的熵。具体而言，上述闭式下限表达式可以如上述公式（5）所示。

此外，在本申请的另一些实例中，上述接收信号的统计特征可以具体是指基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定的接收信号的 M 阶中心距，其中，M 为大于或等于 2 的自然数。

步骤 202：基站根据上述接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度。

如前所述，上述接收信号的随机变量是基站侧看到的接收信号随机变量的一个变形，通过推理可以证明当该接收信号随机变量的熵最大时，

系统的吞吐量可以达到最大或者近似最大。

因此，在本申请的一些实例中，可以将接收信号随机变量的熵作为上述统计特征，并求解使得接收信号随机变量的熵最大时的星座图旋转角度，并将其作为各个对应 UE 的星座图旋转角度。

此外，在本申请的另一些实例中，可以将接收信号的 M 阶中心距作为接收信号随机变量的熵的次优近似，也即可以将接收信号的 M 阶中心距作为上述统计特征，并求解使得接收信号 M 阶中心距最大时的星座图旋转角度，并将其作为各个对应 UE 的星座图旋转角度。

通过上述步骤 201 和步骤 202 的操作即可分别确定各个 UE 的星座图旋转角度。也即，上述步骤 201 和步骤 202 给出了一种星座图旋转角度确定方法，该方法可以应用于下行数据传输。

步骤 203: 基站分别根据各个 UE 的星座图旋转角度对各个 UE 的星座图进行旋转。

在本申请的一些实例中，可以在完成针对各个 UE 待传输的符号至天线阵的映射后对各个 UE 的星座图进行旋转。此时，基站作为发射端，在确定多个 UE 的数据流的调制星座图之间的星座旋转后，将各个 UE 经过星座图旋转后的信号（也即数据流）叠加在一起，同时发送至小区内的用户。其中，每个流采用独立的调制方式。接收端为系统中的某一个用户（通常为小区中心用户）。

在一些实例中，可以通过下面的多种方法对 UE 的星座图进行旋转。在下行 NOMA 系统中，具体针对 R-14 中的下行多用户共享传输（MUST）技术的基础上，以两用户场景为例，提出下面两种方法（在例子中假定用户 1 采用任意调制方式，用户 2 采用 QPSK 调制）。

方法 1:

在基站端，两用户的待传输的符号映射至天线阵后，可以通过如下

的公式（6）调整各天线上的信号分量，从而实现旋转角度为φ的星座图旋转。

$$x = e^{j\phi_0\pi}c(I-d)+e^{j(\phi_1+\frac{1}{2})\pi}c(Q-d) \quad (6)$$

其中，$\phi_0,\phi_1 \in \left\{0+\frac{\varphi}{\pi},1+\frac{\varphi}{\pi}\right\}$，由用户 2 的调制符号和调制模式（在本例中为 QPSK 调制模式）决定；d 是用户 1 调制符号的幅度因子；I、Q 由用户 1 的调制符号决定；c 代表用户 2 调制符号的幅度因子。

方法 2:

在基站端，两用户的待传输的符号映射至天线阵后，可以通过如下的公式（7）调整各天线上的信号分量，从而实现旋转角度为φ的星座图旋转。

$$x = e^{j\phi_0\pi}c(I\times e^{\varphi}-d)+e^{j(\phi_1+\frac{1}{2})\pi}c(Q\times e^{\varphi}-d) \quad (7)$$

其中，$\phi_0,\phi_1 \in \{0,1\}$，由用户 2 的调制符号和调制模式（在本例中为 QPSK 调制模式）决定；d 是用户 1 调制符号的幅度因子；I、Q 由用户 1 的调制符号决定；c 代表用户 2 调制符号的幅度因子。

在经过上述多种方法对每个天线上进行星座图旋转之后，即可将信号 x 发送至各个 UE，从而实现下行数据传输。

为了降低计算的复杂度，可以确定上述多个 UE 中有一个 UE 的星座图是不用进行旋转的，仅将其余 UE 的星座图进行旋转即可。这时，可以认不进行星座图旋转的 UE 的星座图作为参照系，其余 UE 的星座图旋转角度是相对于该参照系进行旋转的相对角度。特别地，如果基站只调度了 2 个 UE，则可以以其中一个 UE 的星座图作为参照系，只确定另一个 UE 的星座图相对于该参照系的旋转角度。

图 3 显示了基站在处理下行数据流时的处理过程。在图 3 中，基站处理了 2 个下行数据流，其中，发送给 UE1 数据流 Stream 1 将进行星座图旋转，而发送给 UE2 的数据流 Stream 2 将不进行星座图旋转。从图 3 可以看出，发送给 UE 的数据流在经过信道编码、调制以及多用户共享模块的复用处理之后，根据通过上述步骤 201-203 所示的方法得到 UE1 星座图的旋转角度，对其星座图进行如步骤 204 所述的旋转。从而，基站的发射机发送的信号将是 UE1 经过星座图旋转后的信号以及 UE2 没有经过星座图旋转的信号的混合信号。上述多用户共享模块用于进行多用户数据的复用，例如具体可以包括：NOMA 模块、多用户共享接入（MUSA）编码模块、低密度签名-正交频分复用（LDS-OFDM）编码模块或 IGMA 编码模块等等。

此外，本申请的实例还提出了一种星座图旋转方法。该方法可以适用于上数据传输，可以由基站执行。图 4 显示了适用于上行数据传输的星座图旋转方法。如图 4 所示，该方法包括：

步骤 401：基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征。

上述步骤 401 的实现方法可以参考步骤 201 的实现方法，因此，此处就不再重复说明了。

步骤 402：根据上述接收信号的统计特征分别确定各个对应 UE 的星座图旋转角度。

上述步骤 402 的实现方法可以参考步骤 202 的实现方法，因此，此处就不再重复说明了。

而且，通过上述步骤 401 和步骤 402 的操作即可分别确定各个 UE 的星座图旋转角度。也即，上述步骤 401 和步骤 402 给出了一种星座图旋转角度确定方法，该方法可以应用于上行数据传输。

步骤 403：基站将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE。

在本申请的一些实例中，可以通过下面的多种方法将某个 UE 的星座图旋转角度通知给该 UE。

方法 1：显式通知方式

在该方法中，基站可以先对某个 UE 的星座图旋转角度进行量化，并将量化后的星座图旋转角度通过下行信令发送给 UE。例如，在本申请的一些实例中，可以通过位图（bitmap）的方式表示星座图旋转角度的量化结果。

当然，作为上述方法的变形，基站也可以不对 UE 的星座图旋转角度进行量化，直接将角度值承载在下行信令中发送给 UE。例如，可以采用差分信号的方式发送上述星座图旋转角度。在本申请的一个实例中，基站连续发送两个调制符号，这两个调制符号之间的角度差即可以作为上述星座图旋转角度。

上述下行信令可以是动态信令，既可以使用新定义的星座图旋转配置信令实现，也可以利用现有信令来实现。图 5 显示了一个下行信令的示例。从图 5 可以看出，该下行信令可以和 UE 的调度信令集成在一起，即在现有的调度信令中增加一个星座图旋转指示字段，该星座图旋转指示字段可以包含一个指示位，用于指示 UE 进行星座图旋转，例如该指示位为“0”时表示不进行星座图旋转；而该指示位为“1”时表示不进行星座图旋转。上述星座图旋转指示字段还可以包括一个长度为 K 比特的旋转角度指示域，用于承载量化后或未经过量化的星座图旋转角度。

方法 2：两级配置方式

在该方法中，基站可以先通过准静态的下行信令配置 UE 的参考星座图旋转角度，然后，再通过动态的下行信令通知 UE 当前其相对于参考星座图旋转角度的角度偏置，从而动态调整 UE 的星座图旋转角度。

在该方法中，基站也可以通过图 5 所示的下行信令通知上述角度偏置。此时，长度为 K 比特的旋转角度指示域将用于承载量化后的角度偏置。

方法 3：基于码本的隐式配置方式

在该方法中，基站可以预先定义对应不同星座图旋转角度的码本（codebook），并将上述预先定义的码本配置给 UE。这样，基站就可以将与当前星座图旋转角度对应的码本索引通过动态的下行信令通知 UE。

在该方法中，基站也可以通过图 5 所示的信令通知将与当前星座图旋转角度对应的码本索引。此时，长度为 K 比特的旋转角度指示域将用于承载码本索引。

需要说明的是，在该方法中，上述码本可以是新定义的与星座图旋转角度对应的单独的码本。或者，作为其替代方案，还可以针对预编码与星座图旋转角度联合设计一个码本，也即通过一个码本索引既可以确定 UE 对应的预编码，也可以确定 UE 对应的星座图旋转角度。

相对应地，在本申请的一些实例中，UE 可以执行以下步骤：从基站接收自身的星座图旋转角度；以及在完成待传输的符号至天线阵的映射后，根据所述星座图旋转角度对自身的星座图进行旋转。

其中，上述从基站接收自身的星座图旋转角度的步骤可以通过以下多种方式来实现。

方式 1：

从基站接收动态的下行信令，从上述动态的下行信令中获取自身的星座图旋转角度。如前所述，上述下行信令中承载的可以是量化后的星座图旋转角度也可以是未经量化的的星座图旋转角度。而且上述下行信令可以是现有信令的扩展也可以是全新的信令。

方式 2：

从基站接收准静态的下行信令，从所述准静态的下行信令中获取参考星座图旋转角度； 从基站接收动态的下行信令，从所述动态的下行信令中获取旋转角度偏置；再根据所述参考星座旋转角度以及旋转角度偏置确定自身的星座图旋转角度。

方式 3:

从基站接收预先定义的对应不同星座图旋转角度的码本；以及从基站接收动态的下行信令，从所述动态的下行信令中获取自身星座图旋转角度对应的码本索引；以及根据对应不同星座图旋转角度的码本以及自身星座图旋转角度对应的码本索引确定自身的星座图旋转角度。

在接收到基站通知的星座图旋转角度之后，UE 可以在完成信道编码、调制以及多用户复用（将待传输的符号映射至天线阵）后，根据自身的星座图旋转角度对自身的星座图进行旋转。具体进行星座图旋转的方法可以参考上述步骤 204 所述的多种方法，在此不再重复说明了。

图 6 显示了 UE 在处理上行数据流时的示意图。在图 6 中，UE1 对应的数据流 Stream 1 将进行星座图旋转，而 UE2 对应的数据流 Stream 2 将不进行星座图旋转。从图 6 可以看出，UE 的数据流在经过信道编码、调制以及多用户共享模块的复用处理之后，根据通过上述步骤 401-404 所示的方法得到 UE1 星座图的旋转角度，对其星座图进行如步骤 204 所述的旋转。从而，基站的接收机接收到的信号将是 UE1 经过星座图旋转后的信号以及 UE2 没有经过星座图旋转的信号的混合信号。

如前所述，通过求解使得上述基于混合高斯模型的接收信号随机变量的熵最大的星座图旋转角度的方法可以优化系统的性能以及吞吐量。而且，上述基于混合高斯模型的接收信号随机变量既考虑了噪声的影响也考虑了 UE 的信道系数的影响，因而，据此得到的星座图旋转角度值可以适用不同的信噪比情况以及不同的星座图，在信噪比较高或信噪比

较低的情况下都可以获得很高的准确度，因此，该方法的灵活度非常高，适用非常广的信噪比范围。而且，该方法并不限制星座图的形式，可以适用于复杂的星座图形式，例如正交幅度调制（QAM）等等。

更进一步，从上述公式（5）所示的基于混合高斯模型的接收信号随机变量的下限表达式可以看出，上述表达式是一个闭式表达式，因此，求解使得该表达式的值最大时的星座图旋转角度的计算复杂度非常低，和星座图的旋转角度参数基本无关，因此，对基站计算以及存储的硬件资源要求都很低，计算时延也很小，适用于实时应用。

从前面的详细说明可以看出，在上述星座图旋转方法的描述中特别是星座图旋转角度的确定方法中都是以两个 UE 进行复用为例进行说明的，如果将上述方法扩展到更一般应用场景下，也即有多于两个 UE 复用相同资源时，可以相应地对上述星座图旋转方法进行一些扩展。

在本申请的一些实例中，可以将 UE 进行分级，例如将待提高性能的 UE 作为第一级用户，将其视为基于混合高斯模型的接收随机变量中的需要进行星座图旋转的 UE; 而将其他 UE 作为第二级用户，将其混合信号视为基于混合高斯模型的接收随机变量中的不需要进行星座图旋转的 UE。这样，通过调整上述星座图旋转角度值可以最大化第一级用户的传输性能。

在本申请的一些实例中，还可以通过分步的方式利用上述混合高斯模型确定多个 UE 的星座图旋转角度。具体而言，假设有 n 个 UE 复用相同资源，且 n〉2。则可以先将除用户 1 之外的其余用户看做一个用户，并按照上述方法先调整用户 1 的角度; 然后，再将除用户 2 之外的其余用户看做一个用户，并按照上述方法调整用户 2 的角度; ……; 最后，将除用户 n 之外的其余用户看做一个用户，并按照上述方法调整用户 n 的角度。从而，分步得到 n 用户在信号叠加时候的次优旋转角度。

通过上述方法得到的各个 UE 的星座图旋转角度虽然不是最优解，但是经过仿真实验可以看出，通过上述方法得到的各个 UE 的星座图旋转角度在基本不大量增加计算复杂度的情况下，也可以大幅度提高系统性能。

相对应地，本申请提出了一种星座图旋转装置。该装置可以是单独的装置也可以是与基站集成在一起的功能模块。该装置的内部结构如图 7 所示，主要包括: 模型建立模块 701 和星座图旋转角度确定模块 702。

其中，模型建立模块 701 用于根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征。

在本申请的一些实例中，上述接收信号的统计特征可以具体是指基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定的接收信号随机变量的熵。在一些实例中，确定接收信号随机变量的熵可以包括如下两个步骤: 确定接收信号随机变量的分布函数; 以及根据所述接收信号随机变量的分布函数确定所述接收信号随机变量的熵。其中，可以根据各个 UE 发送的所有可能的星座点经过物理信道后在接收端看到的星座点集合中元素的个数以及噪声和/或干扰的分布函数确定所述接收信号随机变量的分布函数。特别地，对于多用户共享传输的具体场景而言，多用户的信号可以建模为混合高斯模型，此时，上述噪声和/或干扰的分布函数为以接收端看到的各个 UE 的信号之和为均值以噪声方差为方差的循环对称高斯分布函数。基于接收信号随机变量的分布函数可以得到该随机变量的熵。

为了进一步降低计算的复杂度，在本申请的一些实例中，可以利用公式（5）所示的接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式来代替该接收信号随机变量的熵。

此外，在本申请的另一些实例中，上述接收信号的统计特征可以具

体是指基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定的接收信号的 M 阶中心距，其中，M 为大于或等于 2 的自然数。

上述星座图旋转角度确定模块 702 用于根据上述确定的统计特征分别确定各个对应 UE 的星座图旋转角度。

通过上述装置可以确定星座图旋转的角度，既适用于下行数据的传输也适用于上行数据的传输。

上述基站还可以包括测量模块 703，用于通过信道测量得到各个 UE 的信道系数，从而确定星座图旋转角度。

为了进行下行数据的传输，上述星座图旋转装置还可以进一步包括：星座图旋转模块 704，用于分别根据各个 UE 的星座图旋转角度对各个 UE 的星座图进行旋转。在将各个 UE 的星座图进行选择之后，基站的发射模块将各个 UE 经过星座图旋转后的信号叠加在一起发送。

在本申请的实例中，上述星座图旋转模块 704 可以通过前面所述的多种方法对 UE 的星座图进行旋转。

此外，为了进行上行数据的传输，该装置还可以进一步包括：通知模块 705，用于将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE。在本申请的一些实例中，上述通知模块 705 可以通过上述的多种方法将某个 UE 的星座图旋转角度通知给该 UE。

相应地，本申请提出了一种星座图旋转装置，适用于上行数据的传输。该装置可以是与 UE 集成在一起的功能模块。该装置的内部结构如图 8 所示，主要包括：

接收模块 801，用于接收基站下发的自身的星座图旋转角度；以及

星座图旋转模块 802，用于根据自身的星座图旋转角度进行星座图旋转。

在本申请的一些实例中，如前所述，上述接收模块 801 可以使用多

种方式接收基站下发的自身的星座图旋转角度。星座图旋转模块 802 也可以使用多种方式来进行星座图旋转。在这里不进行重复说明了。

对应上述星座图旋转方法、基站以及 UE 设备，本申请还提出了计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令，其中，所述计算机指令被处理器执行时实现上述图 2 或图 4 以及其他文中所描述方法的步骤。

需要说明的是，上述各流程和各结构图中不是所有的步骤和模块都是必须的，可以根据实际的需要忽略某些步骤或模块。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据需要进行调整。各模块的划分仅仅是为了便于描述采用的功能上的划分，实际实现时，一个模块可以分由多个模块实现，多个模块的功能也可以由同一个模块实现，这些模块可以位于同一个设备中，也可以位于不同的设备中。

另外，上述实施方式的说明中使用的框图示出了以功能为单位的块。这些功能块（结构单元）通过硬件和/或软件的任意组合来实现。此外，各功能块的实现手段并不特别限定。即，各功能块可以通过在物理上和/或逻辑上相结合的一个装置来实现，也可以将在物理上和/或逻辑上相分离的两个以上装置直接地和/或间接地（例如通过有线和/或无线）连接从而通过上述多个装置来实现。

例如，本发明的一实施方式中的无线基站、用户终端等可以作为执行本发明的无线通信方法的处理的计算机来发挥功能。图 9 是示出本发明的一实施方式所涉及的无线基站和用户终端的硬件结构的一例的图。上述的无线基站 10 和用户终端 20 可以作为在物理上包括处理器 1001、内存 1002、存储器 1003、通信装置 1004、输入装置 1005、输出装置 1006、总线 1007 等的计算机装置来构成。

另外，在以下的说明中，“装置”这样的文字也可替换为电路、设备、单元等。无线基站 10 和用户终端 20 的硬件结构可以包括一个或多个图

中所示的各装置，也可以不包括部分装置。

例如，处理器 1001 仅图示出一个，但也可以为多个处理器。此外，可以通过一个处理器来执行处理，也可以通过一个以上的处理器同时、依次、或采用其它方法来执行处理。另外，处理器 1001 可以通过一个以上的芯片来安装。

无线基站 10 和用户终端 20 中的各功能例如通过如下方式实现：通过将规定的软件（程序）读入到处理器 1001、内存 1002 等硬件上，从而使处理器 1001 进行运算，对由通信装置 1004 进行的通信进行控制，并对内存 1002 和存储器 1003 中的数据的读出和/或写入进行控制。

处理器 1001 例如使操作系统进行工作从而对计算机整体进行控制。处理器 1001 可以由包括与周边装置的接口、控制装置、运算装置、寄存器等的中央处理器（CPU，Central Processing Unit）构成。例如，上述的基带信号处理单元 104（204）、呼叫处理单元 105 等可以通过处理器 1001 实现。

此外，处理器 1001 将程序（程序代码）、软件模块、数据等从存储器 1003 和/或通信装置 1004 读出到内存 1002，并根据它们执行各种处理。作为程序，可以采用使计算机执行在上述实施方式中说明的动作中的至少一部分的程序。例如，用户终端 20 的控制单元 401 可以通过保存在内存 1002 中并通过处理器 1001 来工作的控制程序来实现，对于其它功能块，也可以同样地来实现。内存 1002 是计算机可读取记录介质，例如可以由只读存储器（ROM，ReadOnlyMemory）、可编程只读存储器（EPROM，ErasableProgrammableROM）、电可编程只读存储器（EEPROM，ElectricallyEPROM）、随机存取存储器（RAM，RandomAccessMemory）、其它适当的存储介质中的至少一个来构成。内存 1002 也可以称为寄存器、高速缓存、主存储器（主存储装置）等。

内存 1002 可以保存用于实施本发明的一实施方式所涉及的无线通信方法的可执行程序（程序代码）、软件模块等。

存储器 1003 是计算机可读取记录介质，例如可以由软磁盘（flexible disk）、软（注册商标）盘（floppy disk）、磁光盘（例如，只读光盘（CD-ROM（CompactDiscROM）等）、数字通用光盘、蓝光（Blu-ray，注册商标）光盘）、可移动磁盘、硬盘驱动器、智能卡、闪存设备（例如，卡、棒（stick）、密钥驱动器（key driver））、磁条、数据库、服务器、其它适当的存储介质中的至少一个来构成。存储器 1003 也可以称为辅助存储装置。

通信装置 1004 是用于通过有线和/或无线网络进行计算机间的通信的硬件（发送接收设备），例如也称为网络设备、网络控制器、网卡、通信模块等。通信装置 1004 为了实现例如频分双工（FDD，FrequencyDivisionDuplex）和/或时分双工（TDD，TimeDivisionDuplex），可以包括高频开关、双工器、滤波器、频率合成器等。例如，上述的发送接收天线 101（201）、放大单元 102（202）、发送接收单元 103（203）、传输路径接口 106 等可以通过通信装置 1004 来实现。

输入装置 1005 是接受来自外部的输入的输入设备（例如，键盘、鼠标、麦克风、开关、按钮、传感器等）。输出装置 1006 是实施向外部的输出的输出设备（例如，显示器、扬声器、发光二极管（LED，LightEmittingDiode）灯等）。另外，输入装置 1005 和输出装置 1006 也可以为一体的结构（例如触控面板）。

此外，处理器 1001、内存 1002 等各装置通过用于对信息进行通信的总线 1007 连接。总线 1007 可以由单一的总线构成，也可以由装置间不同的总线构成。

此外，无线基站 10 和用户终端 20 可以包括微处理器、数字信号处

理器（DSP，DigitalSignalProcessor）、专用集成电路（ApplicationSpecificIntegratedCircuit，ASIC）、可编程逻辑器件（PLD，ProgrammableLogicDevice）、现场可编程门阵列（FPGA，FieldProgrammableGateArray）等硬件，可以通过该硬件来实现各功能块的部分或全部。例如，处理器 1001 可以通过这些硬件中的至少一个来安装。

另外，关于本说明书中说明的用语和/或对本说明书进行理解所需的用语，可以与具有相同或类似含义的用语进行互换。例如，信道和/或符号也可以为信号（信令）。此外，信号也可以为消息。参考信号也可以简称为 RS（ReferenceSignal），根据所适用的标准，也可以称为导频（Pilot）、导频信号等。此外，分量载波（CC，ComponentCarrier）也可以称为小区、频率载波、载波频率等。

此外，无线帧在时域中可以由一个或多个期间（帧）构成。构成无线帧的该一个或多个期间（帧）中的每一个也可以称为子帧。进而，子帧在时域中可以由一个或多个时隙构成。子帧可以是不依赖于参数配置（numerology）的固定的时间长度（例如 1ms）。

进而，时隙在时域中可以由一个或多个符号（正交频分复用（OFDM，OrthogonalFrequencyDivisionMultiplexing）符号、单载波频分多址（SC-FDMA，SingleCarrierFrequencyDivisionMultipleAccess）符号等）构成。此外，时隙也可以是基于参数配置的时间单元。此外，时隙还可以包括多个微时隙。各微时隙在时域中可以由一个或多个符号构成。此外，微时隙也可以称为子时隙。

无线帧、子帧、时隙、微时隙以及符号均表示传输信号时的时间单元。无线帧、子帧、时隙、微时隙以及符号也可以使用各自对应的其它名称。例如，一个子帧可以被称为传输时间间隔（TTI，

TransmissionTimeInterval），多个连续的子帧也可以被称为 TTI，一个时隙或一个微时隙也可以被称为 TTI。也就是说，子帧和/或 TTI 可以是现有的 LTE 中的子帧（1ms），也可以是短于 1ms 的期间（例如 1～13 个符号），还可以是长于 1ms 的期间。另外，表示 TTI 的单元也可以称为时隙、微时隙等而非子帧。

在此，TTI 例如是指无线通信中调度的最小时间单元。例如，在 LTE 系统中，无线基站对各用户终端进行以 TTI 为单位分配无线资源（在各用户终端中能够使用的频带宽度、发射功率等）的调度。另外，TTI 的定义不限于此。

TTI 可以是经过信道编码的数据包（传输块）、码块、和/或码字的发送时间单元，也可以是调度、链路适配等的处理单元。另外，在给出 TTI 时，实际上与传输块、码块、和/或码字映射的时间区间（例如符号数）也可以短于该 TTI。

另外，一个时隙或一个微时隙被称为 TTI 时，一个以上的 TTI（即一个以上的时隙或一个以上的微时隙）也可以成为调度的最小时间单元。此外，构成该调度的最小时间单元的时隙数（微时隙数）可以受到控制。

具有 1ms 时间长度的 TTI 也可以称为常规 TTI（LTE Rel.8-12 中的 TTI）、标准 TTI、长 TTI、常规子帧、标准子帧、或长子帧等。短于常规 TTI 的 TTI 也可以称为压缩 TTI、短 TTI、部分 TTI（partial 或 fractional TTI）、压缩子帧、短子帧、微时隙、或子时隙等。

另外，长 TTI（例如常规 TTI、子帧等）也可以用具有超过 1ms 的时间长度的 TTI 来替换，短 TTI（例如压缩 TTI 等）也可以用具有比长 TTI 的 TTI 长度短且 1ms 以上的 TTI 长度的 TTI 来替换。

资源块（RB，ResourceBlock)是时域和频域的资源分配单元，在频域中，可以包括一个或多个连续的副载波（子载波（subcarrier））。此外，

RB 在时域中可以包括一个或多个符号，也可以为一个时隙、一个微时隙、一个子帧或一个 TTI 的长度。一个 TTI、一个子帧可以分别由一个或多个资源块构成。另外，一个或多个 RB 也可以称为物理资源块（PRB，PhysicalRB）、子载波组（SCG，Sub-CarrierGroup）、资源单元组（REG，Resource ElementGroup）、PRG 对、RB 对等。

此外，资源块也可以由一个或多个资源单元（RE，ResourceElement）构成。例如，一个 RE 可以是一个子载波和一个符号的无线资源区域。

另外，上述的无线帧、子帧、时隙、微时隙以及符号等的结构仅仅为示例。例如，无线帧中包括的子帧数、每个子帧或无线帧的时隙数、时隙内包括的微时隙数、时隙或微时隙中包括的符号和 RB 的数目、RB 中包括的子载波数、以及 TTI 内的符号数、符号长度、循环前缀（CP，Cyclic Prefix）长度等的结构可以进行各种各样的变更。

此外，本说明书中说明的信息、参数等可以用绝对值来表示，也可以用与规定值的相对值来表示，还可以用对应的其它信息来表示。例如，无线资源可以通过规定的索引来指示。进一步地，使用这些参数的公式等也可以与本说明书中明确公开的不同。

在本说明书中用于参数等的名称在任何方面都并非限定性的。例如，各种各样的信道（物理上行链路控制信道（PUCCH，PhysicalUplink ControlChannel）、物理下行链路控制信道（PDCCH，PhysicalDownlink ControlChannel）等）和信息单元可以通过任何适当的名称来识别，因此为这些各种各样的信道和信息单元所分配的各种各样的名称在任何方面都并非限定性的。

本说明书中说明的信息、信号等可以使用各种各样不同技术中的任意一种来表示。例如，在上述的全部说明中可能提及的数据、命令、指令、信息、信号、比特、符号、芯片等可以通过电压、电流、电磁波、

磁场或磁性粒子、光场或光子、或者它们的任意组合来表示。

此外，信息、信号等可以从上层向下层、和/或从下层向上层输出。信息、信号等可以经由多个网络节点进行输入或输出。

输入或输出的信息、信号等可以保存在特定的场所（例如内存），也可以通过管理表进行管理。输入或输出的信息、信号等可以被覆盖、更新或补充。输出的信息、信号等可以被删除。输入的信息、信号等可以被发往其它装置。

信息的通知并不限于本说明书中说明的方式/实施方式，也可以通过其它方法进行。例如，信息的通知可以通过物理层信令（例如，下行链路控制信息（DCI，DownlinkControlInformation）、上行链路控制信息（UCI，UplinkControlInformation））、上层信令（例如，无线资源控制（RRC，RadioResourceControl）信令、广播信息（主信息块（MIB，MasterInformationBlock）、系统信息块（SIB，SystemInformationBlock）等）、媒体存取控制（MAC，MediumAccessControl）信令）、其它信号或者它们的组合来实施。

另外，物理层信令也可以称为L1/L2（第1层/第2层）控制信息（L1/L2控制信号）、L1 控制信息（L1 控制信号）等。此外，RRC 信令也可以称为 RRC 消息，例如可以为 RRC 连接建立（RRC Connection Setup）消息、RRC 连接重配置（RRC Connection Reconfiguration）消息等。此外，MAC 信令例如可以通过 MAC 控制单元（MAC CE（Control Element））来通知。

此外，规定信息的通知（例如，“为 X”的通知）并不限于显式地进行，也可以隐式地（例如，通过不进行该规定信息的通知，或者通过其它信息的通知）进行。

关于判定，可以通过由 1 比特表示的值（0 或 1）来进行，也可以

通过由真（true）或假（false）表示的真假值（布尔值）来进行，还可以通过数值的比较（例如与规定值的比较）来进行。

软件无论被称为软件、固件、中间件、微代码、硬件描述语言，还是以其它名称来称呼，都应宽泛地解释为是指命令、命令集、代码、代码段、程序代码、程序、子程序、软件模块、应用程序、软件应用程序、软件包、例程、子例程、对象、可执行文件、执行线程、步骤、功能等。

此外，软件、命令、信息等可以经由传输介质被发送或接收。例如，当使用有线技术（同轴电缆、光缆、双绞线、数字用户线路（DSL，DigitalSubscriberLine）等）和/或无线技术（红外线、微波等）从网站、服务器、或其它远程资源发送软件时，这些有线技术和/或无线技术包括在传输介质的定义内。

本说明书中使用的“系统”和“网络”这样的用语可以互换使用。

在本说明书中，“基站（BS，BaseStation）”、“无线基站”、“eNB”、“gNB”、“小区”、“扇区”、“小区组”、“载波”以及“分量载波”这样的用语可以互换使用。基站有时也以固定台（fixedstation）、NodeB、eNodeB（eNB）、接入点（accesspoint）、发送点、接收点、毫微微小区、小小区等用语来称呼。

基站可以容纳一个或多个（例如三个）小区（也称为扇区）。当基站容纳多个小区时，基站的整个覆盖区域可以划分为多个更小的区域，每个更小的区域也可以通过基站子系统（例如，室内用小型基站（射频拉远头（RRH，RemoteRadioHead））来提供通信服务。“小区”或“扇区”这样的用语是指在该覆盖中进行通信服务的基站和/或基站子系统的覆盖区域的一部分或整体。

在本说明书中，“移动台（MS，MobileStation）”、“用户终端（userterminal）”、“用户装置（UE，UserEquipment）”以及“终端”这样

的用语可以互换使用。基站有时也以固定台（fixedstation）、NodeB、eNodeB（eNB）、接入点（accesspoint）、发送点、接收点、毫微微小区、小小区等用语来称呼。

移动台有时也被本领域技术人员以用户台、移动单元、用户单元、无线单元、远程单元、移动设备、无线设备、无线通信设备、远程设备、移动用户台、接入终端、移动终端、无线终端、远程终端、手持机、用户代理、移动客户端、客户端或者若干其它适当的用语来称呼。

此外，本说明书中的无线基站也可以用用户终端来替换。例如，对于将无线基站和用户终端间的通信替换为多个用户终端间（D2D，Device-to-Device）的通信的结构，也可以应用本发明的各方式/实施方式。此时，可以将上述的无线基站10所具有的功能当作用户终端20所具有的功能。此外，“上行”和“下行”等文字也可以替换为“侧”。例如，上行信道也可以替换为侧信道。

同样，本说明书中的用户终端也可以用无线基站来替换。此时，可以将上述的用户终端20所具有的功能当作无线基站10所具有的功能。

在本说明书中，设为通过基站进行的特定动作根据情况有时也通过其上级节点（uppernode）来进行。显然，在具有基站的由一个或多个网络节点（networknodes）构成的网络中，为了与终端间的通信而进行的各种各样的动作可以通过基站、除基站之外的一个以上的网络节点（可以考虑例如移动管理实体（MME，MobilityManagementEntity）、服务网关（S-GW，Serving-Gateway）等，但不限于此）、或者它们的组合来进行。

本说明书中说明的各方式/实施方式可以单独使用，也可以组合使用，还可以在执行过程中进行切换来使用。此外，本说明书中说明的各方式/实施方式的处理步骤、序列、流程图等只要没有矛盾，就可以更换顺序。

例如，关于本说明书中说明的方法，以示例性的顺序给出了各种各样的步骤单元，而并不限定于给出的特定顺序。

本说明书中说明的各方式/实施方式可以应用于利用长期演进（LTE，Long Term Evolution）、高级长期演进（LTE-A，LTE-Advanced）、超越长期演进（LTE-B，LTE-Beyond）、超级第 3 代移动通信系统（SUPER 3G）、高级国际移动通信（IMT-Advanced）、第 4 代移动通信系统（4G，4th generation mobile communication system）、第 5 代移动通信系统（5G，5th generation mobile communication system）、未来无线接入（FRA，Future Radio Access）、新无线接入技术（New-RAT，Radio Access Technology）、新无线（NR，New Radio）、新无线接入（NX，New radio access）、新一代无线接入（FX，Future generation radio access）、全球移动通信系统（GSM（注册商标），Global System for Mobile communications）、码分多址接入 2000（CDMA2000）、超级移动宽带（UMB，Ultra Mobile Broadband）、IEEE 802.11（Wi-Fi（注册商标））、IEEE 802.16（WiMAX（注册商标））、IEEE 802.20、超宽带（UWB，Ultra-WideBand）、蓝牙（Bluetooth（注册商标））、其它适当的无线通信方法的系统和/或基于它们而扩展的下一代系统。

本说明书中使用的“根据”这样的记载，只要未在其它段落中明确记载，则并不意味着“仅根据”。换言之，“根据”这样的记载是指“仅根据”和“至少根据”这两者。

本说明书中使用的对使用“第一”、“第二”等名称的单元的任何参照，均非全面限定这些单元的数量或顺序。这些名称可以作为区别两个以上单元的便利方法而在本说明书中使用。因此，第一单元和第二单元的参照并不意味着仅可采用两个单元或者第一单元必须以若干形式占先于第二单元。

本说明书中使用的“判断（确定）（determining）”这样的用语有时包含多种多样的动作。例如，关于“判断（确定）”，可以将计算（calculating）、推算（computing）、处理（processing）、推导（deriving）、调查（investigating）、搜索（looking up）（例如表、数据库、或其它数据结构中的搜索）、确认（ascertaining）等视为是进行“判断（确定）”。此外，关于“判断（确定）”，也可以将接收（receiving）（例如接收信息）、发送（transmitting）（例如发送信息）、输入（input）、输出（output）、存取（accessing）（例如存取内存中的数据）等视为是进行“判断（确定）”。此外，关于“判断（确定）”，还可以将解决（resolving）、选择（selecting）、选定（choosing）、建立（establishing）、比较（comparing）等视为是进行“判断（确定）”。也就是说，关于“判断（确定）”，可以将若干动作视为是进行“判断（确定）”。

本说明书中使用的“连接的（connected）”、“结合的（coupled）”这样的用语或者它们的任何变形是指两个或两个以上单元间的直接的或间接的任何连接或结合，可以包括以下情况：在相互“连接”或“结合”的两个单元间，存在一个或一个以上的中间单元。单元间的结合或连接可以是物理上的，也可以是逻辑上的，或者还可以是两者的组合。例如，“连接”也可以替换为“接入”。在本说明书中使用时，可以认为两个单元是通过使用一个或一个以上的电线、线缆、和/或印刷电气连接，以及作为若干非限定性且非穷尽性的示例，通过使用具有射频区域、微波区域、和/或光（可见光及不可见光这两者）区域的波长的电磁能等，被相互“连接”或“结合”。

在本说明书或权利要求书中使用“包括（including）”、“包含（comprising）”、以及它们的变形时，这些用语与用语“具备”同样是开放式的。进一步地，在本说明书或权利要求书中使用的用语“或（or）”并非是异或。

以上对本发明进行了详细说明，但对于本领域技术人员而言，显然，本发明并非限定于本说明书中说明的实施方式。本发明在不脱离由权利要求书的记载所确定的本发明的宗旨和范围的前提下，可以作为修改和变更方式来实施。因此，本说明书的记载是以示例说明为目的，对本发明而言并非具有任何限制性的意义。

权利要求书

1、一种星座图旋转方法，其中，所述方法包括:

根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定基站的接收信号的统计特征；其中，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的所述一个或多个 UE 发送的信号;

根据所确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度；以及

根据各个 UE 的星座图旋转角度对所述一个或多个 UE 的星座图进行旋转。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，

所述根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征包括：根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号随机变量的熵；以及

所述根据确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度包括：求解使所述熵最大时各个 UE 的星座图旋转角度。

3、根据权利要求 1 所述的方法，其中，

所述根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征包括：根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的 M 阶中心距，其中，M 为大于或等于 2 的自然数；以及

所述根据确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度包括：求解使所述接收信号的 M 阶中心距最大时各个 UE 的星座图旋转角度。

4、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述确定接收信号随机变量的熵包括:

确定接收信号随机变量的分布函数；以及

根据所述接收信号随机变量的分布函数确定所述接收信号随机变量的熵。

5、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述方法进一步包括：对所述接收信号随机变量的熵的表达式进行近似处理，得到所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式，并将所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式作为所述接收信号随机变量的熵；以及

所述根据确定的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度包括：求解使所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式最大时各个 UE 的星座图旋转角度。

6、根据权利要求 4 所述的方法，其中，确定接收信号随机变量的分布函数包括：根据各个 UE 发送的所有可能的星座点经过物理信道后在基站看到的星座点集合中元素的个数以及噪声和/或干扰的分布函数确定所述接收信号随机变量的分布函数。

7、根据权利要求 6 所述的方法，其中，所述噪声和/或干扰的分布函数为以基站看到的各个 UE 的信号之和为均值以噪声方差为方差的循环对称高斯分布函数。

8、根据权利要求 5 所述的方法，其中，根据如下公式确定所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式：

$$h^{L}(Y^{\varphi})=-\sum_{X_{JK}}\frac{1}{|X|}\log\left(\sum_{X_{LM}}\frac{1}{|X|}\exp\left(-t\log\left(4\pi\sigma^{2}\right)-\frac{1}{4\sigma^{2}}\left\|\mu_{j,k}^{\varphi}-\mu_{l,m}^{\varphi}\right\|^{2}\right)\right)$$

$$=C-\frac{1}{|X|}\sum_{X_{JK}}\log\left(\sum_{X_{LM}}\frac{1}{|X|}\exp\left(-\frac{1}{4\sigma^{2}}\left\|\mu_{j,k}^{\varphi}-\mu_{l,m}^{\varphi}\right\|^{2}\right)\right)$$

其中，C 为一个常数；$\left\|\mu_{j,k}^{\varphi}-\mu_{l,m}^{\varphi}\right\|^{2}$ 代表两个星座点之间的距离，具体

地，$\mu_{j,k}^{\varphi}$ 代表 $\boldsymbol{\mu}_{j,k}^{\boldsymbol{\varphi}}=\left[\mathrm{Re}\left(\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,k}\right)\quad \mathrm{Im}\left(\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,k}\right)\right]^{T}$；$\mu_{l,m}^{\varphi}$ 代表 $\boldsymbol{\mu}_{l,m}^{\boldsymbol{\varphi}}=\left[\mathrm{Re}\left(\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,m}\right)\quad \mathrm{Im}\left(\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,m}\right)\right]^{T}$；$X$ 代表$\frac{1}{|\boldsymbol{x}_{\boldsymbol{1}}^{\boldsymbol{\varphi}}|\times|\boldsymbol{x}_{\boldsymbol{2}}|}$；$X_{JK}$ 代表 $\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{1}}^{\boldsymbol{\varphi}},\boldsymbol{x}_{2,k}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{2}}$；$X_{LM}$ 代表 $\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{1}}^{\boldsymbol{\varphi}},\boldsymbol{x}_{2,m}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{2}}$；$t$ 代表天线数；σ^2 代表噪声。

9、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法进一步包括：将各个 UE 经过星座图旋转后的信号叠加在一起发送。

10、一种星座图旋转方法，其中，所述方法包括：

根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定基站的接收信号的统计特征；其中，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的所述一个或多个 UE 发送的信号；

根据所确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度；及

将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中，

所述根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征包括：根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号随机变量的熵；以及

所述根据确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度包括：求解使所述熵最大时各个 UE 的星座图旋转角度。

12、根据权利要求 10 所述的方法，其中，

所述根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的统计特征包括：根据一个或多个用户设备 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定接收信号的 M 阶中心距，其中，M 为大于或等于 2 的自然数；以及

所述根据确定的接收信号的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度包括: 求解使所述接收信号的 M 阶中心距最大时各个 UE 的星座图旋转角度。

13、根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述确定接收信号随机变量的熵包括:

确定接收信号随机变量的分布函数; 以及

根据所述接收信号随机变量的分布函数确定所述接收信号随机变量的熵。

14、根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述方法进一步包括: 对所述接收信号随机变量的熵的表达式进行近似处理，得到所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式，并将所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式作为所述接收信号随机变量的熵; 以及

所述根据确定的统计特征分别确定各个 UE 的星座图旋转角度包括: 求解使所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式最大时各个 UE 的星座图旋转角度。

15、根据权利要求 13 所述的方法，其中，确定接收信号随机变量的分布函数包括: 根据各个 UE 发送的所有可能的星座点经过物理信道后在基站看到的星座点集合中元素的个数以及噪声和/或干扰的分布函数确定所述接收信号随机变量的分布函数。

16、根据权利要求 15 所述的方法，其中，所述噪声和/或干扰的分布函数为以基站看到的各个 UE 的信号之和为均值以噪声方差为方差的循环对称高斯分布函数。

17、根据权利要求 14 所述的方法，其中，根据如下公式确定所述接收信号随机变量的熵的闭式下限表达式:

$$h^{L}(Y^{\varphi})=-\sum_{X_{JK}}\frac{1}{|X|}\log\left(\sum_{X_{LM}}\frac{1}{|X|}\exp\left(-t\log\left(4\pi\sigma^{2}\right)-\frac{1}{4\sigma^{2}}\left\|\mu_{j,k}^{\varphi}-\mu_{l,m}^{\varphi}\right\|^{2}\right)\right)$$

$$=C-\frac{1}{|X|}\sum_{X_{JK}}\log\left(\sum_{X_{LM}}\frac{1}{|X|}\exp\left(-\frac{1}{4\sigma^{2}}\left\|\mu_{j,k}^{\varphi}-\mu_{l,m}^{\varphi}\right\|^{2}\right)\right)$$

其中，C 为一个常数；$\left\|\mu_{j,k}^{\varphi}-\mu_{l,m}^{\varphi}\right\|^{2}$ 代表两个星座点之间的距离，具体地，$\mu_{j,k}^{\varphi}$ 代表 $\boldsymbol{\mu}_{j,k}^{\boldsymbol{\varphi}}=\left[\mathrm{Re}\left(\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,k}\right)\quad\mathrm{Im}\left(\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,k}\right)\right]^{T}$；$\mu_{l,m}^{\varphi}$ 代表 $\boldsymbol{\mu}_{l,m}^{\boldsymbol{\varphi}}=\left[\mathrm{Re}\left(\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,m}\right)\quad\mathrm{Im}\left(\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}}+\boldsymbol{x}_{2,m}\right)\right]^{T}$；$X$ 代表$\frac{1}{|\boldsymbol{x}_{\boldsymbol{1}}^{\boldsymbol{\varphi}}|\times|\boldsymbol{x}_{\boldsymbol{2}}|}$；$X_{JK}$ 代表 $\boldsymbol{x}_{1,j}^{\boldsymbol{\varphi}}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{1}}^{\boldsymbol{\varphi}},\boldsymbol{x}_{2,k}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{2}}$；$X_{LM}$ 代表 $\boldsymbol{x}_{1,l}^{\boldsymbol{\varphi}}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{1}}^{\boldsymbol{\varphi}},\boldsymbol{x}_{2,m}\in\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{2}}$；$t$ 代表天线数；σ^{2} 代表噪声。

18、根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE 包括：通过动态的下行信令将所述各个 UE 的星座图旋转角度分别通知对应的 UE。

19、根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE 包括：

通过准静态的下行信令配置 UE 的参考星座图旋转角度；以及

通过动态的下行信令分别通知所述各个 UE 其星座图旋转角度相对于参考星座图旋转角度的角度偏置。

20、根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE 包括：

预先定义对应不同星座图旋转角度的码本；

将所述预先定义的码本配置给所述各个 UE；以及

通过动态的下行信令将与所述 UE 的星座图旋转角度对应的码本索引发送给对应的 UE。

21、根据权利要求 18、19 或 20 所述的方法，其中，所述动态的下

行信令包括：指示位，用于指示所述 UE 是否进行星座图旋转；以及旋转角度指示域，用于承载所述 UE 对应的星座图旋转角度、所述 UE 星座图旋转角度相对于参考星座图旋转角度的角度偏置或与所述 UE 的星座图旋转角度对应的码本索引。

22、一种星座图旋转方法，其中，所述方法包括：

从基站接收自身的星座图旋转角度，其中，所述星座图旋转角度是由基站根据接收信号的统计特征确定的，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的一个或多个用户设备 UE 发送的信号；所述基站根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定所述接收信号的统计特征；以及

根据所述星座图旋转角度对自身的星座图进行旋转。

23、根据权利要求 22 所述的方法，其中，所述从基站接收自身的星座图旋转角度包括：从基站接收动态的下行信令，从所述动态的下行信令中获取自身的星座图旋转角度。

24、根据权利要求 22 所述的方法，其中，所述从基站接收自身的星座图旋转角度包括：

从基站接收准静态的下行信令，从所述准静态的下行信令中获取参考星座图旋转角度；

从基站接收动态的下行信令，从所述动态的下行信令中获取旋转角度偏置；

根据所述参考星座旋转角度以及旋转角度偏置确定自身的星座图旋转角度。

25、根据权利要求 22 所述的方法，其中，所述从基站接收自身的星座图旋转角度包括：

从基站接收预先定义的对应不同星座图旋转角度的码本；以及

从基站接收动态的下行信令，从所述动态的下行信令中获取自身星座图旋转角度对应的码本索引；以及

根据对应不同星座图旋转角度的码本以及自身星座图旋转角度对应的码本索引确定自身的星座图旋转角度。

26、一种基站，其中，所述基站包括:

处理器;

与所述处理器相连接的存储器；所述存储器中存储有机器可读指令模块；所述机器可读指令模块包括:

模型建立模块，用于根据一个或多个 UE 的信道系数、噪声信息和/或干扰信息确定基站的接收信号的统计特征，其中，所述接收信号为所述基站通过物理信道接收到的所述一个或多个 UE 发送的信号；以及

星座图旋转角度确定模块，用于根据所确定的接收信号的统计特征分别确定各个对应 UE 的星座图旋转角度。

27、根据权利要求 26 所述的基站，其中，所述基站进一步包括:

测量模块，用于通过信道测量得到各个 UE 的信道系数。

28、根据权利要求 26 所述的基站，其中，所述基站进一步包括:

星座图旋转模块，用于根据 UE 的星座图旋转角度对 UE 的星座图进行旋转。

29、根据权利要求 26 所述的基站，其中，所述基站进一步包括:

通知模块，用于将各个 UE 的星座图旋转角度分别通知各个 UE。

30、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机指令，其中，所述计算机指令被处理器执行时实现权利要求 1 至 25 中任一项所述方法的步骤。

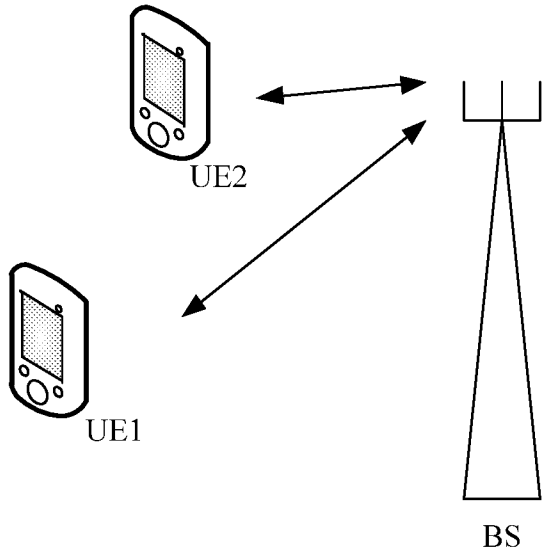

UE2
UE1
BS

图 1

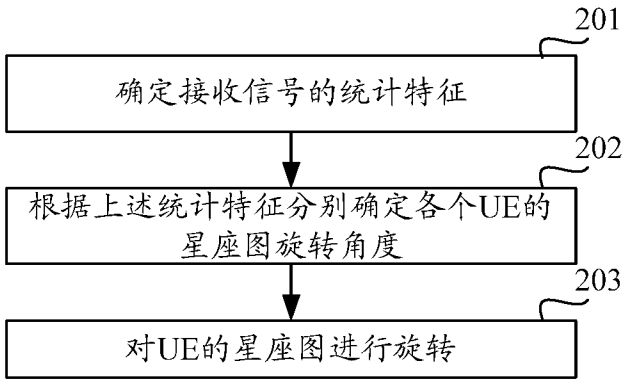

201
确定接收信号的统计特征
202
根据上述统计特征分别确定各个UE的星座图旋转角度
203
对UE的星座图进行旋转

图 2

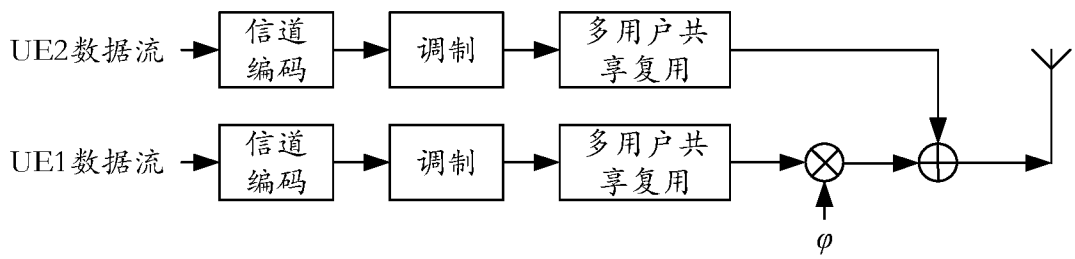

UE2数据流
信道编码
调制
多用户共享复用
UE1数据流
信道编码
调制
多用户共享复用
φ

图 3

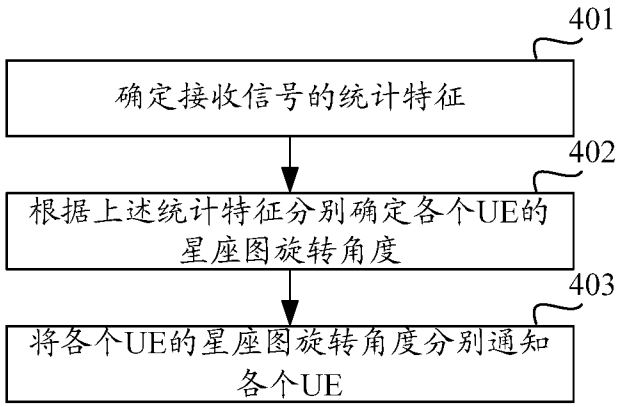

401
确定接收信号的统计特征
402
根据上述统计特征分别确定各个UE的星座图旋转角度
403
将各个UE的星座图旋转角度分别通知各个UE

图 4

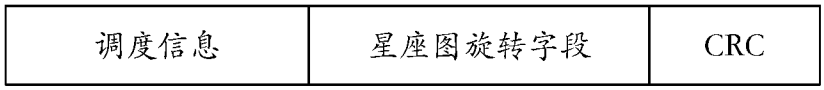

调度信息
星座图旋转字段
CRC

图 5

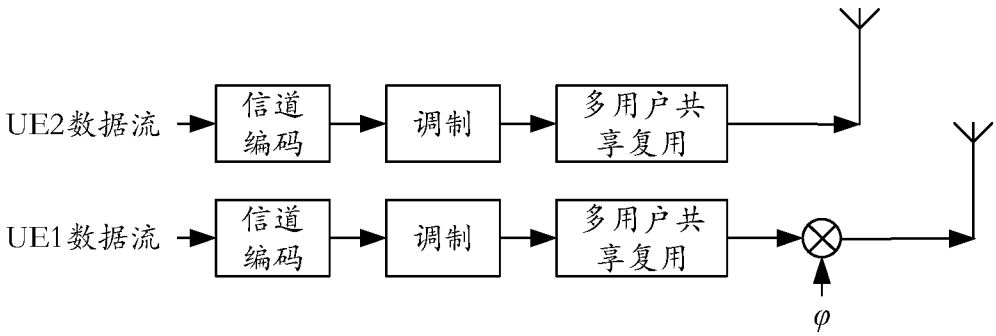

UE2数据流
信道编码
调制
多用户共享复用
UE1数据流
信道编码
调制
多用户共享复用
φ

图 6

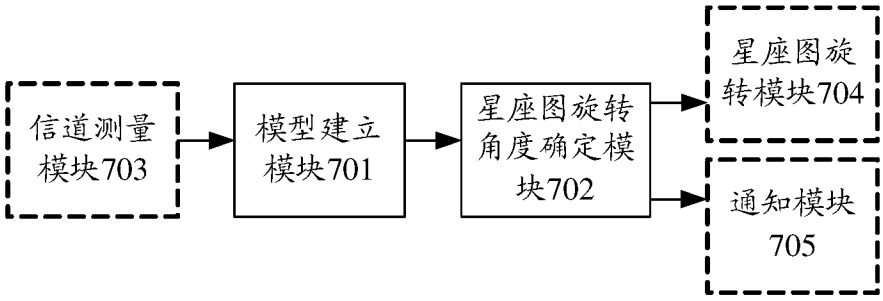

信道测量模块703
模型建立模块701
星座图旋转角度确定模块702
星座图旋转模块704
通知模块705

图 7

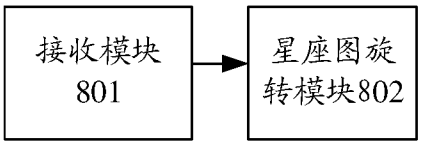

接收模块801
星座图旋转模块802

图 8

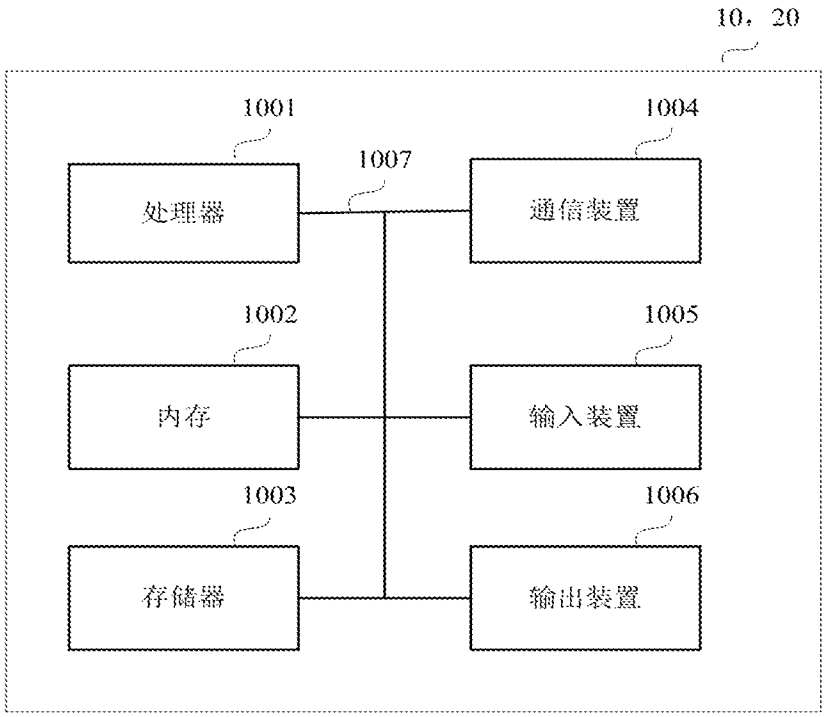

10，20
1001
处理器
1007
1004
通信装置
1002
内存
1005
输入装置
1003
存储器
1006
输出装置

图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/079538

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 27/00 (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)

H04L; H04B

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 星座图, constellation, 调制, modulation, 信道, channel, 统计, statistical, 噪声, 噪音, noise, 干扰, interference, 旋转, rotate, 角度, angle, 相位, phase, 补偿, compensate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106302299 A (ZTE CORP.), 04 January 2017 (04.01.2017), claims 1-23	1, 10, 18-30
A	CN 106302299 A (ZTE CORP.), 04 January 2017 (04.01.2017), claims 1-23	2-9, 11-17
A	CN 101136731 A (FUDAN UNIVERSITY et al.), 05 March 2008 (05.03.2008), entire document	1-30
A	CN 102833043 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 19 December 2012 (19.12.2012), entire document	1-30
A	US 2015098531 A1 (HUAWEI TECHNOLOGY CO., LTD.), 09 April 2015 (09.04.2015), entire document	1-30
A	CN 102546114 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 04 July 2012 (04.07.2012), entire document	1-30
A	US 8811539 B2 (SIANO MOBILE SILICON LTD.), 19 August 2014 (19.08.2014), entire document	1-30

☐ 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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
03 May 2018	21 June 2018
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 LIU, Cheng'en Telephone No. 86-(10)-53961634

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/079538

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106302299 A	04 January 2017	WO 2016184241 A1	24 November 2016
CN 101136731 A	05 March 2008	CN 101136731 B	31 August 2011
CN 102833043 A	19 December 2012	None	
US 2015098531 A1	09 April 2015	CN 103378921 A	30 October 2013
		EP 2830272 A4	01 April 2015
		EP 2830272 B1	25 May 2016
		EP 2830272 A8	18 March 2015
		US 9172500 B2	27 October 2015
		WO 2013155917 A1	24 October 2013
		CN 103378921 B	03 August 2016
		EP 2830272 A1	28 January 2015
CN 102546114 A	04 July 2012	CN 102546114 B	17 September 2014
US 8811539 B2	19 August 2014	US 2013343489 A1	26 December 2013

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/079538

A. 主题的分类

H04L 27/00(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)

H04L; H04B

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）)

CNKI,CNPAT,WPI,EPODOC: 星座图，constellation，调制，modulation，信道，channel，统计，statistical,噪声，噪音，noise，干扰，interference，旋转，rotate，角度，angle，相位，phase，补偿，compensate

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 106302299 A (中兴通讯股份有限公司) 2017年 1月 4日 (2017-01-04) 权利要求1-23	1，10，18-30
A	CN 106302299 A (中兴通讯股份有限公司) 2017年 1月 4日 (2017-01-04) 权利要求1-23	2-9，11-17
A	CN 101136731 A (复旦大学等) 2008年 3月 5日 (2008-03-05) 全文	1-30
A	CN 102833043 A (华南理工大学) 2012年 12月 19日 (2012-12-19) 全文	1-30
A	US 2015098531 A1 (HUAWEI TECHNOLOGY CO., LTD.) 2015年 4月 9日 (2015-04-09) 全文	1-30
A	CN 102546114 A (北京邮电大学) 2012年 7月 4日 (2012-07-04) 全文	1-30
A	US 8811539 B2 (SIANO MOBILE SILICON LTD.) 2014年 8月 19日 (2014-08-19) 全文	1-30

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2018年 5月 3日	2018年 6月 21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	刘承恩
传真号 (86-10)62019451	电话号码 86-(10)-53961634

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/079538

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	106302299	A	2017年 1月 4日	WO	2016184241	A1	2016年 11月 24日
CN	101136731	A	2008年 3月 5日	CN	101136731	B	2011年 8月 31日
CN	102833043	A	2012年 12月 19日		无		
US	2015098531	A1	2015年 4月 9日	CN	103378921	A	2013年 10月 30日
				EP	2830272	A4	2015年 4月 1日
				EP	2830272	B1	2016年 5月 25日
				EP	2830272	A8	2015年 3月 18日
				US	9172500	B2	2015年 10月 27日
				WO	2013155917	A1	2013年 10月 24日
				CN	103378921	B	2016年 8月 3日
				EP	2830272	A1	2015年 1月 28日
CN	102546114	A	2012年 7月 4日	CN	102546114	B	2014年 9月 17日
US	8811539	B2	2014年 8月 19日	US	2013343489	A1	2013年 12月 26日