

(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
2012 年 12 月 6 日 (06.12.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/162871 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/074785
- (22) 国际申请日: 2011 年 5 月 27 日 (27.05.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 日本神奈川县川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号, Kanagawa 211-8588 (JP)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张翼 (ZHANG, Yi) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区东四环中路 56 号远洋国际中心 A 座 13 层富士通研究开发有限公司, Beijing 100025 (CN)。周华 (ZHOU, Hua) [CN/CN];

中国北京市朝阳区东四环中路 56 号远洋国际中心 A 座 13 层富士通研究开发有限公司, Beijing 100025 (CN)。吴建明 (WU, Jianming) [CA/CN]; 中国北京市朝阳区东四环中路 56 号远洋国际中心 A 座 13 层富士通研究开发有限公司, Beijing 100025 (CN)。郭爱煌 (GUO, Aihuang) [CN/CN]; 中国上海市曹安公路 4800 号同济大学电信大楼 702 室, Shanghai 201804 (CN)。罗巍 (LUO, Wei) [CN/CN]; 中国上海市曹安公路 4800 号同济大学电信大楼 702 室, Shanghai 201804 (CN)。

(74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司 (BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市金融街 35 号国际企业大厦 A 座 16 层, Beijing 100033 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

[见续页]

(54) Title: MULTIPLE USERS MULTIPLE STREAMS BEAMFORMING METHOD, APPARATUS AND BASE STATION

(54) 发明名称: 多用户多流波束赋形方法和装置、以及基站

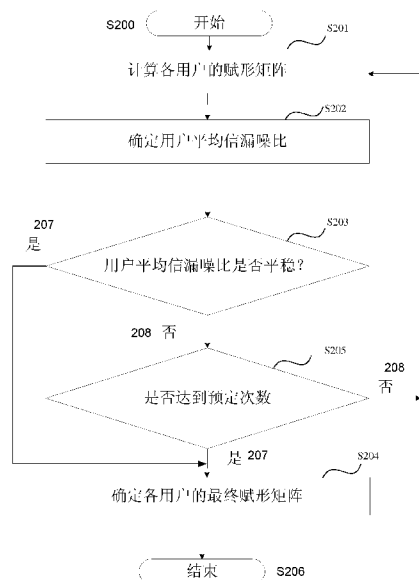


图 2 /Fig.2

S200 START
S201 CALCULATING BEAMFORMING MATRIX OF EACH USER
S202 DETERMINING USER AVERAGE SIGNAL TO LEAKAGE PLUS NOISE RATIOS
S203 WHETHER USER AVERAGE SIGNAL TO LEAKAGE PLUS NOISE RATIOS ARE STEADY
S204 DETERMINING FINAL BEAMFORMING MATRIX OF EACH USER
S205 WHETHER ACHIEVING PREDETERMINED NUMBER
S206 END
207 YES
208 NO

(57) Abstract: A multiple users multiple streams beamforming method and apparatus, and a base station are disclosed in the present invention. The multiple users multiple streams beamforming method includes the following steps: a) calculating a beamforming matrix of each user of the multiple users according to the minimum leakage criterion; b) determining user average signal to leakage plus noise ratios of the multiple users according to the beamforming matrix of each user; c) determining whether the user average signal to leakage plus noise ratios are steady, then if the user average signal to leakage plus noise ratios are not steady, returning to the step a) to recalculate the beamforming matrix of each user according to the calculated beamforming matrix of each user.

(57) 摘要: 本发明涉及一种多用户多流波束赋形方法和装置、以及基站。该多用户多流波束赋形方法包括以下步骤: a) 根据最小泄露准则, 计算所述多个用户中的各用户的赋形矩阵; b) 根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比; c) 确定所述用户平均信漏噪比是否平稳, 如果所述用户平均信漏噪比不平稳, 则返回步骤 a) 利用已计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。



CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ,

BY, KG, KZ, MD, 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, 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))。

多用户多流波束赋形方法和装置、以及基站

技术领域

本发明属于无线通信技术领域，尤其涉及多用户多流波束赋形方法和装置以及使用所述多用户多流波束赋形方法和装置的基站。

背景技术

多输入多输出 (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO) 技术可以利用收、发端配置多副天线产生的空间自由度和空时信号处理技术在不增加带宽和天线发送功率的情况下，成倍地提高通信系统容量和频谱利用率。智能天线(Smart Antennas, SA)技术能够利用数字信号处理技术产生空间定向波束，有效抑制干扰信号，大幅提高频谱利用率和信道容量。波束赋形技术能够根据使用者的信道特性对天线阵列加权来进行信号预处理，具有扩大覆盖、提高系统容量、降低干扰的能力。多天线多流波束赋形技术将 MIMO 与智能天线技术融合起来，可以充分利用空域资源，在不增加功率和牺牲带宽的前提下，同时传输多个赋形数据流来实现空间复用，提高无线通信系统的信道容量，实现高速和可靠的信息传输。

采用单用户多流波束赋形技术，可以使得单个用户在某一时刻可以进行多个数据流传输，同时获得赋形增益和空间复用增益，从而获得比传统单流波束赋形技术更大的传输速率。传统的双流波束赋形技术只支持两个数据流，而所采用的基于信道分解的 SVD(奇异值分解)等算法在从双流应用到多流上时，由于信道的有效特征值的影响会极大地降低系统性能。因此，多流波束赋形的算法要求与双流波束赋形的算法要求有很大的不同。

比起单用户多流波束赋形技术，多用户多流波束赋形技术利用多用户分集效应带来更高的系统总容量，也可以实现更多用户数据流的同时传输，但多用户同时也带来了用户间干扰等新问题。在传统的基于块对角化、信泄噪比算法的多用户 MIMO 技术中，需要处理系统内的所有用户，算法的实现需要很多的矩阵求逆或者迭代求解，复杂度极高。抑制 MIMO 信道中的多用户干扰在多用户系统中是首要解决的问题，用户数

的提高会造成信道状态更复杂，需要更大的反馈信道的开销，因此设计更有效的多用户的多流波束赋形算法具有重要的意义。

Mirette Sade 等人提出的基于信漏噪比(SLNR)算法期望待求的每一个用户的接收信号功率尽量大，同时其噪声功率与泄漏对其他用户的干扰功率之和尽量小，从而解决用户间的信号干扰和用户内数据流的互扰放慢。它的优势在于目标函数巧妙地回避了发射端加权矩阵在用户间的嵌套，从而可以直接推导出优化闭合解。另外，这种方案还突破了天线限制条件，具有更广阔的应用空间。

但是，在研究本发明的过程中，本发明的发明人发现，Mirette Sade 等人提出的基于信漏噪比(SLNR)算法只是针对单个用户的，并没有考虑整个系统的平均信漏噪比，因而存在在某些情况下，不能实现整个系统性能最优的缺点。另外，在系统的信噪比降低的情况下，即使 Mirette Sade 等人的算法也不能实现系统整体吞吐量的提高。进一步，传统方法没有考虑发射端预编码向量和实际接收处理向量的匹配问题。

15

发明内容

因而，本发明鉴于常规技术的上述情况作出，用以缓解或消除因常规的局限所具有的一个或更多个缺点，至少提供一种有益的选择。

为了实现以上目的，根据本发明的一个方面，提供了一种多用户多流波束赋形方法，所述方法包括以下步骤：a) 根据最小泄露准则，计算所述多个用户中的各用户的赋形矩阵；b) 根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比；c) 确定所述用户平均信漏噪比是否平稳，如果所述用户平均信漏噪比不平稳，则返回步骤 a) 利用已计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

根据本发明的另一方面，提供了一种多用户多流波束赋形方法，所述方法包括针对多个用户中的各用户的以下步骤：a) 确定所述用户的赋形矩阵；b) 确定是否存在需要重传的数据流；以及 c) 如果确定存在需要重传的重传数据流，则在该用户的赋形矩阵中选择优化的赋形矢量分配给该数据流。

根据本发明的另一方面，提供了一种多用户多流波束赋形装置，所

述装置包括：赋形矩阵计算单元，根据最小泄露准则，计算所述多个用户中的各用户的赋形矩阵；用户平均信漏噪比计算单元，根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比；以及用户平均信漏噪比平稳判断单元，确定所述用户平均信漏噪比是否平稳，其中，如果所述用户平均信漏噪比不平稳，则所述赋形矩阵计算单元利用所计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

根据本发明的在另一方面，提供了一种多用户多流波束赋形装置，所述装置包括：赋形矩阵计算单元，确定多个用户中的各用户的赋形矩阵；重传数据流判断单元，针对所述多个用户中的各用户的判断是否需要重传的数据流；优化赋形矢量分配单元，在重传数据流判断单元判断出某一用户有需要重传的数据流时，则在针对该用户的赋形矩阵中选择优化的赋形矢量分配给该数据流。

本发明还提供了一种基站，所述基站使用上述的方法或包括上述的装置。

本发明提出了将 HARQ 机制与多用户多流波束赋形相结合的方法。采用本方法可以在 LTE-A 下实现多用户多流波束赋形传输，提升系统的传输速率和吞吐量。

进一步，本发明提出了结合 HARQ 机制和最小泄露准则(SLNR)算法相结合的多用户多流波束赋形方法，能够实现 LTE-A 下的多用户多流波束赋形，减少甚至消除用户间干扰。即使在多流传输的情况下，由于分配功率给更多的流进行传输而造成系统信噪比降低，也能提升系统整体的吞吐量。

根据本发明的再一方面，提供了一种逻辑部件可读程序以及存储该逻辑部件可读程序的逻辑部件可读有形存储介质，当所述逻辑部件可读程序被逻辑部件执行时，能够使所述逻辑部件用作本文所述的赋形装置或使所述逻辑部件实现本文所述的赋形方法。

应该注意，术语“包括/包含/具有”在本文使用时指特征、要件、步骤或组件的存在，但并不排除一个或更多个其它特征、要件、步骤或组件的存在或附加。

以上的一般说明和以下结合附图的详细说明都是示意性的，不是对

本发明的保护范围的限制。

附图说明

从以下参照附图对本发明的详细描述中，将更清楚地理解本发明的
5 以上和其它目的、特征和优点。在附图中，相同或类似的标号指示相同或类似的元素。

图 1 示出了可以采用本发明多用户多流波束赋形方法或包括本发明的多流波束赋形装置的基站的示意性功能框图；

图 2 示出了依据本发明一种实施方式的多用户多流波束赋形方法；

10 图 3 示出了依据本发明的一种实施方式，确定各用户的赋形矩阵的步骤的具体实现；

图 4 示出了依据本发明的另一种实施方式的多用户多流波束赋形方法；

图 5 示出了依据本发明再一种实施方式的多用户多流波束赋形方法；

15 图 6 示出了依据本发明一种实施方式的多用户多流波束赋形装置；

图 7 示出了一种实施方式的赋形矩阵计算单元 601 的功能性方框图；

图 8 示出了另一种实施方式的多用户多流波束赋形装置；以及

图 9 示出了依据本发明另一种实施方式的多用户多流波束赋形装置。

20 具体实施方式

下面参照附图描述本发明的实施方式。对本发明实施方式的描述都是示例性的，不是对本发明保护范围的限制。在对本发明实施方式的描述中，省略了对于理解本发明意义不大的现有技术的描述。

图 1 示出了可以采用本发明多用户多流波束赋形方法或包括本发明的
25 的多流波束赋形装置的基站的示意性功能框图，框图中省略了基站与本发明关系不大的部分的描述。为了描述的方便，图 1 中也示出了相应的用户（UE）。

基站按照某种原则对用户进行选取，确定进行波束赋形的特定用户，即数据将要发送到的用户（UE）。用户选取原则可以是基于用户上传的
30 信道状态信息等，不属于本发明讨论范围。如图 1 所示，发送给所有通

信用用户的信号首先经过信道编码器 101 编码，然后在调制器 102 中对经编码的数据进行调制。然后，在映射单元 103 中进行码字到数据层的映射。然后在波束成形模块 104 中对各层的数据进行波束成形（波束赋形）。然后，通过多个发射天线发送。用户端 UE 通过解调对接收信号进行线性处理，恢复出相应数据。本发明的波束成形模块 104 可以采用本发明的多用户多流波束赋形方法或包括多用户多流波束赋形装置。尽管图中某些部件被示出为多个，但其也可以由单个部件实现。

图 2 示出了依据本发明一种实施方式的多用户多流波束赋形方法。如图 2 所示，首先在步骤 S201，根据最小泄露准则，计算所述多个用户中的各用户的赋形矩阵。然后在步骤 S202，根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比。接着，在步骤 S203，确定所述用户平均信漏噪比是否平稳。如果所述用户平均信漏噪比平稳（步骤 S203，是），则在步骤 S204，将步骤 S201 中计算出的各用户的赋形矩阵确定为最终选用的赋形矩阵。否则，如果所述用户平均信漏噪比不平稳（步骤 S203，否），则在步骤 S205，判断是否已经经过了预定次数。如果确定出已经经过了预定次数（步骤 S205，是），则处理进行到步骤 S204，将步骤 S201 中计算出的各用户的赋形矩阵确定为最终选用的赋形矩阵。如果确定出已经经过了预定次数（步骤 S205，否），则处理返回步骤 S201，在步骤 S201 中利用先前算出的赋形矩阵，再次进行赋形矩阵的计算。

应该注意，步骤 S205 是可选的步骤。一方面，从系统设计的角度看，需要限制复杂度和反馈容忍周期。另一方面，对于某些系统来说，由于性能要求等因素，也不需要进行过多的循环迭代。但对于某些系统而言，则可能不需要这种迭代次数的限定。

图 3 示出了依据本发明的一种实施方式，步骤 S201 的具体实现，首先在步骤 S301，确定多个用户中的各用户的初始接收合并矩阵，或根据上次迭代计算出的各用户的赋形矩阵确定各用户的更新后接收合并矩阵（可以统称为确定用户的接收合并矩阵）。然后，在步骤 S302，依据最小泄露准则，根据各用户的所述初始接收合并矩阵或所述更新后接收合并矩阵计算奇异解。接着，在步骤 S303，利用所述奇异解确定各用户的

赋形矩阵。

图 4 示出了依据本发明的另一种实施方式的多用户多流波束赋形方法。对比图 2 所示的方法，图 4 所述的方法，所述方法还包括步骤 S401 和步骤 S402。在步骤 S401 中，针对所述多个用户中的各用户判断是否有需要重传的数据流。如果某用户有需要重传的数据流（步骤 S401，是），则在步骤 S402 该用户的赋形矩阵中选择优化的赋形矢量（对应于质量较好的信道的赋形矢量）分配给该数据流。如果某用户没有需要重传的数据流（步骤 S401，否），则在步骤 S403 顺次地分配该用户的赋形矩阵中的各赋形矢量。

各赋形矩阵可以是预编码矩阵。

图 5 示出了依据本发明再一种实施方式的多用户多流波束赋形方法。

如图 5 所示，针对多个用户中各用户，首先在步骤 S501，确定所述用户的赋形矩阵。在该步骤中可以依据最小泄露准则确定用户的赋形矩阵，也可以依据其他的准则确定赋形矩阵。例如依据 MMSE 准则确定赋形矩阵。依据 MMSE 准则确定赋形矩阵的方法，例如可以参见文献《空时无线通信导论》 清华大学出版社 140 页 2007.12 第一版，通过引用，将其全部内容并入本文中。然后，在步骤 S502，确定是否存在需要重传的数据流。如果确定存在需要重传的数据流（步骤 S502，是），则在步骤 S503，在该用户的赋形矩阵中选择优化的赋形矢量分配给该数据流。如果确定不存在需要重传的数据流（步骤 S502，否），则在步骤 S504，顺次分配该用户的赋形矩阵中的各赋形矢量。

在一种优选的实施方式中，也可以采用图 2 到图 3 所示的方法确定赋形矩阵。

下面对多用户多流波束赋形方法的数学推理和实现方法进行简要的描述，以方便对本发明的进一步理解或满足专利法对于公开的要求。但是应该注意，下面的方法主要针对最小泄露准则进行，但在很多地方也可以采用其他的准则。本发明的保护范围应以权利要求中的描述为准，不应以说明书的描述过分限制本发明的保护范围。对于本发明方法的描述也可以用来理解本发明的装置。

MU-MIMO 系统应用场景

假设该 MU-MIMO 系统应用场景中, 设发射天线数为 N_t , 接收天线数为 N_r , 系统中有 K 个接收用户 $MS_1, MS_2, \dots, MS_K$, 其中用户 MS_k 的接收天线数为 m_k , 即 $N_r = \sum_{k=1}^K m_k$ 。

5 设 $s_1, s_2, \dots, s_K$ 分别为给 K 个用户发送的信息符号, 用户 MS_k 可接收到 m_k 个独立数据流, 则 s_k 是一个 $m_k \times 1$ 维的向量, 也就是说如果 $s_1, s_2, \dots, s_K$ 均为满秩向量的话系统总共实现的传输流流数 N_s 为 $N_s = \sum_{k=1}^K m_k$, 否则为 $s_1, s_2, \dots, s_K$ 的秩总和。

当对第 k 个用户的数据进行波束赋形的时候, 对于发送符号 $s_k = [s_{k,1}, s_{k,2}, \dots, s_{k,m_k}]^T$, 需要计算一个 $N_t \times m_k$ 的赋形矩阵 F_k 对发送信号加权, 10 且其满足 $\|F_k\|^2 = 1$ 。 K 个用户赋形后一同由发射端发送, 其表达式为:

$$x = \sum_{k=1}^K F_k s_k \quad (1)$$

用户 k 接收到信号可表示为:

$$y_k = H_k F_k s_k + \sum_{j=1, j \neq k}^K H_k F_j s_j + z_k \quad (2)$$

式(2)中, 第二项表示其他用户对第 k 个用户产生的干扰, z_k 表示功率为 σ_k^2 的加性白噪声, H_k 是一个 $m_k \times N_t$ 维瑞丽衰落信道矩阵:

$$H_k = \begin{bmatrix} h_{1,1}^k & \cdots & h_{1,N_t}^k \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{m_k,1}^k & \cdots & h_{m_k,N_t}^k \end{bmatrix} \quad (3)$$

多流波束赋形方案

当对第 k 个用户的数据进行波束赋形的时候, 为得到波束赋形矢量矩阵 F_k , 可采取不同的波束赋形算法。本章仅讨论一些基于非码本的波束赋形算法的多流波束赋形应用。

当用户 k 接收到信号后, 与线性接收矩阵 W_k 相乘, 得到检测信号 $\tilde{s}_k$:

$$\begin{aligned} \tilde{s}_k &= W_k y_k \\ &= W_k H_k F_k s_k + W_k \left(\sum_{j=1, j \neq k}^K H_k F_j s_j + z_k \right) \end{aligned} \quad (4)$$

用户 k 通过下行专用导频信号估计出下行等效信道 $\tilde{H}_k = H_k F_k$, 同时

估算出噪声功率 σ_k^2 后, 则线性接收矩阵 $\mathbf{W}_k$ 可认为是一个匹配滤波器:

$$\mathbf{W}_k = \frac{(\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k)^H}{\|\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k\|_F} \quad (5)$$

其中, $\|\cdot\|_F$ 表示 Frobenius 范数 (F 范数)。

将式(5)代入式(4), 可得:

$$\tilde{s}_k = \frac{1}{\|\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k\|_F} \mathbf{F}_k^H \mathbf{H}_k^H \mathbf{H}_k \mathbf{F}_k s_k + \frac{(\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k)^H}{\|\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k\|_F} \left(\sum_{j=1, j \neq k}^K \mathbf{H}_k \mathbf{F}_j s_j + \mathbf{z}_k \right) \quad (6)$$

式(6)中第二项为用户 k 接收到的干扰和噪声总和, 由式(6)可知, 选择适当的赋形矩阵 $\mathbf{F}_k' (k \in [1, \dots, K])$ 对信号进行加权, 可以降低或消除用户间的同道干扰。

最小泄露准则(SLNR)算法的多流应用

发送端在同时与多个用户进行通信时, 每个用户将会受到其它所有用户的干扰, 即共信道干扰 CCI, 从而定义了干扰及信干噪比 SINR。用户间的干扰是每个用户受到其它同时通信的所有用户的信号干扰, 是由接收到其它用户的信号引起的。这里引用一个概念: 泄露。泄露是指每个用户对其它所有用户的干扰, 从某种意义上讲, 每个用户都有部分信号功率泄露到了其它用户。这是因为基站在给每个用户发送该用户的信号同时, 这个信号也发送到了其它的用户所引起的。

由式(2), 第 k 个用户接收到的信号为:

$$\mathbf{y}_k = \mathbf{H}_k \mathbf{F}_k s_k + \sum_{j=1, j \neq k}^K \mathbf{H}_k \mathbf{F}_j s_j + \mathbf{z}_k \quad (7)$$

SLNR 准则是基于用户发送信号泄露最小的准则, 即要求每个用户选择合适的波束赋形矩阵, 这个矩阵可使该用户信号对其他用户的干扰总和最小, 即泄露到其他用户的信号最小。其数学表达式为:

$$SLNR_k = \frac{\|\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k\|^2}{m_k \sigma_k^2 + \sum_{j=1, j \neq k}^K \|\mathbf{H}_j \mathbf{F}_k\|^2} \quad (8)$$

由式(8)可知, 若噪声功率一定, 当 $SLNR_k$ 较小时, 用户 k 发送信号对其他用户造成的干扰总和较大, 即信号泄露较大; 反之, 则造成的干扰

总和较小，即信号泄露较小。

本文中的 $SLNR$ 应做广义的理解，例如还包括信漏干扰噪声比等。

所以，要选择一个优化的赋形矩阵 $F'_k (k \in [1, \dots, K])$ ，使得 $SLNR_k$ 最大，即：

$$\begin{aligned} F'_k &= \arg \max SLNR_k \\ &= \arg \max \frac{\|H_k F'_k\|^2}{m_k \sigma_k^2 + \sum_{j=1, j \neq k}^K \|H_j F'_k\|^2} \end{aligned} \quad (9)$$

其中， F'_k 满足 $\|F'_k\|^2 = 1$ 。

不失一般性，假设波束赋形矩阵 $F_k, k=1, 2, \dots, K$ 满足功率约束条件：

$$\text{tr}[F_k^H F_k] = \text{tr}[F_k F_k^H] = \|F_k\|_F^2 = m_k \quad (10)$$

其中， $\text{tr}[\cdot]$ 表示矩阵的迹。因为有 $E[s_k s_k^H] = \frac{1}{m_k} I_m$ ，所以在统计平均意

义下， $SLNR_k$ 表达式可简化为：

$$SLNR_k = \frac{\|W_k H_k F_k\|_F^2}{m_k \|W_k Z_k\|_F^2 + \sum_{j=1, j \neq k}^K \|W_j H_j F_k\|_F^2} \quad (11)$$

以 “ $\square$ ” 表示统计平均意义下的相等。由于 $E[Z_k Z_k^H] = \sigma_k^2 I_{m_k}$ ，所以：

$$\|W_k Z_k\|_F^2 = \text{tr}[W_k Z_k Z_k^H W_k^H] \square \sigma_k^2 I_m \text{tr}[W_k W_k^H] \quad (12)$$

用户 k 通过下行专用导频信号估计出下行等效信道 $\tilde{H}_k = H_k F_k$ ，同时估算出噪声功率 σ_k^2 后，则线性接收矩阵 W_k 可认为是一个匹配滤波器：

$$W_k = \frac{(H_k F_k)^H}{\|H_k F_k\|_F} \quad (13)$$

于是

$$\begin{aligned} \text{tr}[W_k W_k^H] &= \text{tr}\left[\frac{(H_k F_k)^H}{\|H_k F_k\|_F} \cdot \frac{H_k F_k}{\|H_k F_k\|_F}\right] \\ &= \frac{\text{tr}[(H_k F_k)^H (H_k F_k)]}{\|H_k F_k\|_F^2} = 1 \end{aligned} \quad (14)$$

根据式(1-10)、式(1-11)、式(1-12)所以有：

$$SLNR_k \square \frac{\text{tr}[F_k^H (H_k^H W_k^H W_k H_k) F_k]}{\text{tr}[F_k^H (\sigma_k^2 I_{m_k} + \tilde{H}_k^H \tilde{H}_k) F_k]} \quad (15)$$

其中， $\tilde{H}_k = [(W_1 H_1)^T, \dots, (W_{k-1} H_{k-1})^T, (W_{k+1} H_{k+1})^T, \dots, (W_K H_K)^T]^T$ 。

为了获得优化的系统性能，则需要寻求(7)式的最大值所对应的波束赋形矩阵和接收合并矩阵。求解这个问题涉及到利用广义瑞利商 (generalized Rayleigh quotient) 的推广理论。具体而言，可以进行如下广义特征值分解：

$$5 \quad [V_k, D_k] = \text{eig}(H_k^H W_k^H W_k H_k, \sigma_k^2 I_{m_k} + \tilde{H}_k^H \tilde{H}_k) \quad (16)$$

其中，函数 $\text{eig}(A, Z)$ 表示对 (A, Z) 进行广义特征值分解操作，矩阵 V_k 的列矢量表示对应特征矢量，对角矩阵 D_k 的对角线上的元素表示对应特征值。 m_k 表示用户 k 的接收天线数目， I 表示单位阵， I_{m_k} 代表第 k 用户的噪声矩阵。显然，优化的赋形矩阵 F_k 应由最多 m_k 个特征值所对应的归一化的特征矢量按从左至右的顺序组成，即（假设特征值在矩阵 D_k 对角线上是按照从小到大的顺序排列，左上方最小，右下方最大）：

$$F_k = \left[\frac{V_k(:, \text{end})}{\|V_k(:, \text{end})\|_F}, \dots, \frac{V_k(:, \text{end}-m_k+1)}{\|V_k(:, \text{end}-m_k+1)\|_F} \right] \quad (17)$$

其中，“end”表示最末一个值， $V_k(:, \text{数值参数})$ 指矩阵 V_k 的由所述数值参数指示的列。然后可以利用(5)式求得接收合并矩阵。

15 因而可以如下地进行迭代算法：

① 初始化。令 $i=0$ ，每一个用户的接收合并矩阵为：

$$\{W_k^{(i)}\}_{k=1, \dots, K} = \frac{1}{\sqrt{m_k}} I_{m_k} ([1:m_k], :);$$

② 计算 $[V_k, D_k] = \text{eig}(P_k, Q_k)$ ， $P_k = (W_k^{(i)} H_k)^H W_k^{(i)} H_k$ ， $Q_k = \sigma_k^2 I_{m_k} + \tilde{H}_k^H \tilde{H}_k$ ， $\tilde{H}_k = [(W_1^{(i)} H_1)^T, \dots, (W_{k-1}^{(i)} H_{k-1})^T, (W_{k+1}^{(i)} H_{k+1})^T, \dots, (W_K^{(i)} H_K)^T]^T$ 。

20 ③ $F_k^{(i)} = \left[\frac{V_k(:, \text{end})}{\|V_k(:, \text{end})\|_F}, \dots, \frac{V_k(:, \text{end}-m_k+1)}{\|V_k(:, \text{end}-m_k+1)\|_F} \right]$ ，这样即可求得所有用户的赋形矩阵 $\{F_1^{(i)}, \dots, F_K^{(i)}\}$ 。

④ 计算用户平均信漏噪比指针：

$$SLNR^{(i)} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \frac{\|W_k H_k F_k\|_F^2}{m_k \|W_k^{(i)} Z_k\|_F^2 + \sum_{j=1, j \neq k}^K \|W_j^{(i)} H_j F_k\|_F^2};$$

25 ⑤ 如果 $i \geq 1$ 且 $|SLNR^{(i)} - SLNR^{(i-1)}| \leq \delta$ （这里 δ 是某个较小的数），或者 $i = T_{\max}$ ，其中 $T_{\max}$ 表示迭代算法设定的最大迭代数，则跳转到⑥，否则 $i = i+1$ ，并根据接收机类型更新接收合并矩阵，然后跳转到②。

例如对于匹配滤波接收机,可以利用公式
$$\mathbf{W}_k^{(i)} = \frac{(\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k^{(i-1)})^H}{\|\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k^{(i-1)}\|_F}$$
 更新接收合并矩阵。而对于 MMSE 接收机,可以利用公式
$$\mathbf{w}_k^i = \left[(\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k^{i-1})^H (\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k^{i-1}) + \frac{N_k}{\rho} \mathbf{I}_{N_i} \right]^{-1} (\mathbf{H}_k \mathbf{F}_k^{i-1})^H$$
 更新接收合并矩阵。

其中 $\mathbf{F}_k^{i-1}$ 对应于第 k 个用户第 i-1 次迭代确定的预编码向量(矩阵)。 N_k 对应 MU-MIMO 系统第 k 个用户传输的流数, ρ 对应信噪比。

通过根据接收机类型更新接收合并矩阵,使得发射端预编码向量和实际的接收处理向量得到了匹配,从而可以提高系统的性能。

⑥ $\mathbf{F}_k = \mathbf{F}_k^{(i)}$, $\mathbf{W}_k = \mathbf{W}_k^{(i)}$, 其中, $k=1,2,\dots,K$ 。

在⑤中包含迭代条件 ($|SLNR^{(i)} - SLNR^{(i-1)}| \leq \delta$), 其直观含义是希望依靠迭代算法来收敛嵌套的赋形矩阵和接收合并矩阵的优化解,即寻找尽量大的 $SLNR$ 值所对应的解。当算法趋于收敛时, $SLNR$ 将不再明显增加,这时就跳出迭代,从而获得最终结果。在上面的处理流程中,考虑到性能或系统设计的因素等,设定了最大迭代数。

联合 HARQ 机制的多流波束赋形方案

多流波束赋形是在高信噪比的情况下将某个数据流的功率降低或者说信噪比降低,利用降低功率来发送一个或者多个新的数据流。根据香农信道容量相关理论可知,信道容量是关于信噪比的对数函数,随着信噪比的提升,容量增加的趋势越来越缓。所以多流波束赋形可以在保证数据流容量不大幅降低的情况下,极大提升传输整体容量。

然而在流数增加的情况下,系统整体信噪比会下降,不同传输流的质量也相差很大。结合 HARQ 机制可以有效的保证传输流之间的公平性,增强吞吐量。

$S(i)$ 表示信号第 i 次的传输,假设信道矩阵 $\mathbf{H}(i)$ 对于每次传输都一样。在结合 HARQ 后,如果传输包被检测为无误,就会传送一个 ACK 给发射端告知不再传输该传输包,否则将会传输一个 NACK 来要求重新传输这个传输包。在波束赋形中,不同流的质量存在明显差异,依据本发明的实施方式,可以利用 HARQ 机制来最大化系统吞吐量。

例如在第 k 个用户数据传输中,可以首先由基于最小泄露准则(或

其他准则)的多流波束赋形算法得到波束赋形矢量矩阵,其赋形矢量按特征值大小顺序排列。在每个用户数据流的第一个包传输时,先利用所得波束赋形矢量矩阵按顺序对每个流赋形。针对某个流的上次传输向发射端反馈 NACK 信号时,将波束赋形矢量矩阵的优化赋形矢量分配给该流进行波束赋形并重传该包。如果同时有其他流向发射端反馈 NACK 信号则依序分配剩余的波束赋形矢量并重传该包。这个方案以质量好的传输流的效率损失为代价提升了系统的多个传输流之间的公平性。由于多流波束赋形以在高信噪比下以降低信噪比为代价提升整体传输容量,所以该方案在信噪比降低时可以增强吞吐量。

图 6 示出了依据本发明一种实施方式的多用户多流波束赋形装置。如图 6 所示,该装置包括赋形矩阵计算单元 601、用户平均信漏噪比计算单元 602、以及用户平均信漏噪比平稳判断单元 603。

赋形矩阵计算单元 601 根据最小泄露准则,计算所述多个用户中的各用户的赋形矩阵。用户平均信漏噪比计算单元 602 根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比。用户平均信漏噪比平稳判断单元 603 确定所述用户平均信漏噪比是否平稳。其中,如果所述用户平均信漏噪比不平稳,则所述赋形矩阵计算单元利用所计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

图 7 示出了一种实施方式的赋形矩阵计算单元 601 的功能性方框图。如图 7 所示,该赋形矩阵计算单元包括:初始接收合并矩阵计算单元 701,其确定多个用户中的各用户的初始接收合并矩阵;更新后接收合并矩阵计算单元 702,其根据上次计算出的各用户的赋形矩阵确定各用户的更新后接收合并矩阵;奇异解计算单元 703,其依据最小泄露准则,根据各用户的所述初始接收合并矩阵或所述更新后接收合并矩阵计算奇异解;以及赋形矩阵确定单元 704,其利用所述奇异解确定各用户的赋形矩阵。

此外,回到图 6,依据本发明的一种实施方式,所述多用户多流波束赋形装置还可以包括迭代判断单元 604。迭代判断单元 604 是一个可选的单元。该迭代判断单元 604 判断所述用户平均信漏噪比平稳判断单元是否已经进行了预定次数的确定或所述赋形矩阵计算单元是否进行了所述预定次数的各用户的赋形矩阵的计算,如果已经进行了预定次数的确定

或进行了所述预定次数的各用户的赋形矩阵的计算，则结束处理。

图 8 示出了另一种实施方式的多用户多流波束赋形装置。与图 6 所示的多用户多流波束赋形装置相比，图 8 所示的多用户多流波束赋形装置还包括：重传数据流判断单元 801，针对所述多个用户中的各用户的判断
5 是否有需要重传的数据流；优化赋形矢量分配单元 802，在重传数据流判断单元判断出某一用户有需要重传的数据流时，在针对该用户的赋形矩阵中选择优化的赋形矢量分配给该数据流，否则依次分配针对该用户的赋形矩阵中的赋形矢量。

图 9 示出了依据本发明另一种实施方式的多用户多流波束赋形装置。
10 如图 9 所示，所述装置包括：赋形矩阵计算单元 901，其确定多个用户中的各用户的赋形矩阵；重传数据流判断单元 902，针对所述多个用户中的各用户的判断是否有需要重传的数据流；优化赋形矢量分配单元 903，在重传数据流判断单元判断出某一用户有需要重传的数据流时，则在针对该用户的赋形矩阵中选择优化的赋形矢量分配给该数据流。

15 赋形矩阵计算单元 901 可以根据最小泄露准则、最小均方误差（MMSE）准则等确定赋形矩阵。

另外，所述装置还可以包括：用户平均信漏噪比计算单元，根据所述赋形矩阵计算单元计算出的各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的
20 用户平均信漏噪比；用户平均信漏噪比平稳判断单元，确定所述用户平均信漏噪比是否平稳，其中，如果所述用户平均信漏噪比不平稳，则所述赋形矩阵计算单元利用所计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

对装置的描述和对方法的描述可以相互参照、相互理解。在一种实施方式中出现的特征可以以相同或类似的方式应用到另一实施方式，取代该另一实施方式中的特征或与该另一实施方式中的特征一起使用。
25

本发明以上的装置和方法可以由硬件实现，也可以由硬件结合软件实现。本发明涉及这样的逻辑部件可读程序，当该程序被逻辑部件所执行（直接执行或解释、编译等后执行）时，能够使该逻辑部件实现上文所述的装置或构成部件，或使该逻辑部件实现上文所述的各种方法或步
30 骤。逻辑部件例如现场可编程逻辑部件、微处理器、计算机中使用的处

理器等。本发明还涉及用于存储以上程序的存储介质，如硬盘、磁盘、光盘、DVD、flash、磁光盘、存储卡、存储棒等等。

以上结合具体的实施方式对本发明进行了描述，但本领域技术人员应该清楚，这些描述都是示例性的，并不是对本发明保护范围的限制。

- 5 本领域技术人员可以根据本发明的精神和原理对本发明做出各种变型和修改，这些变型和修改也在本发明的范围内。

权利要求书

1、一种多用户多流波束赋形方法，所述方法包括以下步骤：

a) 根据最小泄露准则，计算所述多个用户中的各用户的赋形矩阵；

b) 根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比；

c) 确定所述用户平均信漏噪比是否平稳，如果所述用户平均信漏噪比不平稳，则返回步骤 a) 利用已计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

2、根据权利要求 1 所述的方法，所述步骤 a) 包括：

(1) 确定所述多个用户中的各用户的初始接收合并矩阵，或根据上次计算出的各用户的赋形矩阵确定各用户的更新后接收合并矩阵；

(2) 依据最小泄露准则，根据各用户的所述初始接收合并矩阵或所述更新后接收合并矩阵计算奇异解；

(3) 利用所述奇异解确定各用户的赋形矩阵。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

在所述步骤 (1) 中，利用以下公式计算各用户的初始接收合并矩阵：

$$\{\mathbf{W}_k^{(i)}\}_{k=1,\dots,K} = \frac{1}{\sqrt{m_k}} \mathbf{I}_{m_k} ([1:m_k],:);$$

其中， K 表示所述多个用户的总数， m_k 表示用户 k 的接收天线数目， $\mathbf{I}$ 表示单位阵， $\mathbf{I}_{m_k}$ 代表第 k 用户的噪声矩阵， $\mathbf{I}_{m_k} ([1:m_k],:)$ 表示矩阵 $\mathbf{I}_{m_k}$ 的第 1 到第 m_k 行， i 表示当前迭代次数；

在所述步骤 (2) 中，如下地计算奇异解：

$$[\mathbf{V}_k, \mathbf{D}_k] = \text{eig}(\mathbf{P}_k, \mathbf{Q}_k),$$

$$\text{其中 } \mathbf{P}_k = (\mathbf{W}_k^{(i)} \mathbf{H}_k)^H \mathbf{W}_k^{(i)} \mathbf{H}_k, \quad \mathbf{Q}_k = \sigma_k^2 \mathbf{I}_{m_k} + \tilde{\mathbf{H}}_k^H \tilde{\mathbf{H}}_k,$$

$$\tilde{\mathbf{H}}_k = [(\mathbf{W}_1^{(i)} \mathbf{H}_1)^T, \dots, (\mathbf{W}_{k-1}^{(i)} \mathbf{H}_{k-1})^T, (\mathbf{W}_{k+1}^{(i)} \mathbf{H}_{k+1})^T, \dots, (\mathbf{W}_K^{(i)} \mathbf{H}_K)^T]^T,$$

函数 $\text{eig}(\text{参数 } 1, \text{参数 } 2)$ 表示对 (参数 1, 参数 2) 进行广义特征值分解操作， $\mathbf{W}_k$ 代表第 k 个用户的接收端合并矩阵，对角矩阵 $\mathbf{D}_k$ 的对角线上的元素表示对应特征值， $\mathbf{H}_k$ 表示第 k 个用户的多天线信道矩阵，上标 H 代表矩阵共轭转置，上标 T 表示矩阵转置， σ_k^2 表示用户 k 的噪声功率， $\mathbf{V}_k$ 代表根据最小泄露原则得到的预编码矩阵，矩阵 $\mathbf{V}_k$ 的列矢量表示对应

特征矢量；以及

在所述步骤（3）中，利用以下公式计算用户 k 的赋形矩阵

$$\mathbf{F}_k^{(i)} = \left[\frac{\mathbf{V}_k(:, \text{end})}{\|\mathbf{V}_k(:, \text{end})\|_F}, \dots, \frac{\mathbf{V}_k(:, \text{end}-m_k+1)}{\|\mathbf{V}_k(:, \text{end}-m_k+1)\|_F} \right], \text{ 从而求得各所述用户的赋形}$$

矩阵 $\{\mathbf{F}_1^{(i)}, \dots, \mathbf{F}_K^{(i)}\}$ ， end 表述最末的值。

- 5 $\mathbf{V}_k(:, \text{数值参数})$ 指矩阵 $\mathbf{V}_k$ 的由所述数值参数指示的列，下标 F 表示 F 范数。

- 4、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，在所述步骤 c 中，还判断所述步骤 c) 是否已经进行了预定次数的确定或所述步骤 a) 是否进行了所述预定次数的各用户的赋形矩阵的计算，如果已经进行了预定次数的确定或进行了所述预定次数的各用户的赋形矩阵的计算，则结束处理。
- 10

- 5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

- 如果 $|SLNR^{(i)} - SLNR^{(i-1)}| \leq \delta$ ， δ 是预定的数，则判断用户平均信漏噪比平稳，其中 i 表示迭代次数， $SLNR^{(i)}$ 表示第 i 次迭代时得到的用户平均信漏噪比。
- 15

- 6、根据权利要求 1 所述的方法，其中在所述步骤 a) 中，通过根据接收机类型来更新接收合并矩阵而利用已计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

- 7、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括针对所述多个用户中的各用户的如下的步骤：
- 20

判断是否有需要重传的数据流；

如果有需要重传的数据流，则在该用户的赋形矩阵中选择对应于信道质量较好的信道的赋形矢量分配给该数据流。

- 8、一种多用户多流波束赋形方法，所述方法包括针对多个用户中的各用户的以下步骤：
- 25

a) 确定所述用户的赋形矩阵；

b) 确定是否存在需要重传的数据流；以及

c) 如果确定存在需要重传的重传数据流，则在该用户的赋形矩阵中选择对应于信道质量较好的信道的赋形矢量分配给该数据流。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，在所述步骤 a) 中，根据最小泄露准则确定所述用户的赋形矩阵。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述方法包括以下步骤：

5 根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比；

 确定所述用户平均信漏噪比是否平稳，如果所述用户平均信漏噪比不平稳，则返回步骤 a) 利用已计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

10 11、一种多用户多流波束赋形装置，所述装置包括：

 赋形矩阵计算单元，根据最小泄露准则，计算所述多个用户中的各用户的赋形矩阵；

 用户平均信漏噪比计算单元，根据各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比；以及

15 用户平均信漏噪比平稳判断单元，确定所述用户平均信漏噪比是否平稳，

 其中，如果所述用户平均信漏噪比不平稳，则所述赋形矩阵计算单元利用所计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

20 12、根据权利要求 11 所述的装置，其中，所述赋形矩阵计算单元包括：

 初始接收合并矩阵计算单元，确定多个用户中的各用户的初始接收合并矩阵；

25 更新后接收合并矩阵计算单元，根据上次计算出的各用户的赋形矩阵确定各用户的更新后接收合并矩阵；

 奇异解计算单元，依据最小泄露准则，根据各用户的所述初始接收合并矩阵或所述更新后接收合并矩阵计算奇异解；

 赋形矩阵确定单元，利用所述奇异解确定各用户的赋形矩阵。

30 13、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括迭代判断单元，所述迭代判断单元判断所述用户平均信漏噪比平稳判断单

元是否已经进行了预定次数的确定或所述赋形矩阵计算单元是否进行了所述预定次数的各用户的赋形矩阵的计算，如果已经进行了预定次数的确定或进行了所述预定次数的各用户的赋形矩阵的计算，则结束处理。

14、根据权利要求 11 述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

5 重传数据流判断单元，针对所述多个用户中的各用户的判断是否需要重传的数据流；

优化赋形矢量分配单元，在重传数据流判断单元判断出某一用户有需要重传的数据流时，则在针对该用户的赋形矩阵中选择对应于信道质量较好的信道的赋形矢量分配给该数据流。

10 15、根据权利要求 11 述的装置，其特征在于，所述更新后接收合并矩阵计算单元通过根据接收机类型来更新接收合并矩阵而利用已计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

16、一种多用户多流波束赋形装置，所述装置包括：

赋形矩阵计算单元，确定多个用户中的各用户的赋形矩阵；

15 重传数据流判断单元，针对所述多个用户中的各用户的判断是否需要重传的数据流；

优化赋形矢量分配单元，在重传数据流判断单元判断出某一用户有需要重传的数据流时，则在针对该用户的赋形矩阵中选择对应于信道质量较好的信道的赋形矢量分配给该数据流。

20 17、根据权利要求 16 所述的装置，其特征在于，所述赋形矩阵计算单元根据最小泄露准则确定所述用户的赋形矩阵。

18、根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

用户平均信漏噪比计算单元，根据所述赋形矩阵计算单元计算出的各用户的所述赋形矩阵确定所述多个用户的用户平均信漏噪比；

25 用户平均信漏噪比平稳判断单元，确定所述用户平均信漏噪比是否平稳，

其中，如果所述用户平均信漏噪比不平稳，则所述赋形矩阵计算单元利用所计算出的各用户的所述赋形矩阵重新计算各用户的所述赋形矩阵。

30 19、一种基站，所述基站包括权利要求 11-18 任一项所述的多用户

多流波束赋形装置或使用权利要求 1-10 任一项所述的多用户多流波束赋形方法。

20、一种逻辑部件可读程序，当所述逻辑部件可读程序被逻辑部件执行时，能够使所述逻辑部件作为权利要求 11-18 中任一项所述的多用户
5 多流波束赋形装置工作或使所述逻辑部件实现权利要求 1-10 中任一项所述的方法。

21、一种逻辑部件可读有形存储介质，所述有形存储介质存储有权利要求 20 所述的逻辑部件可读程序。

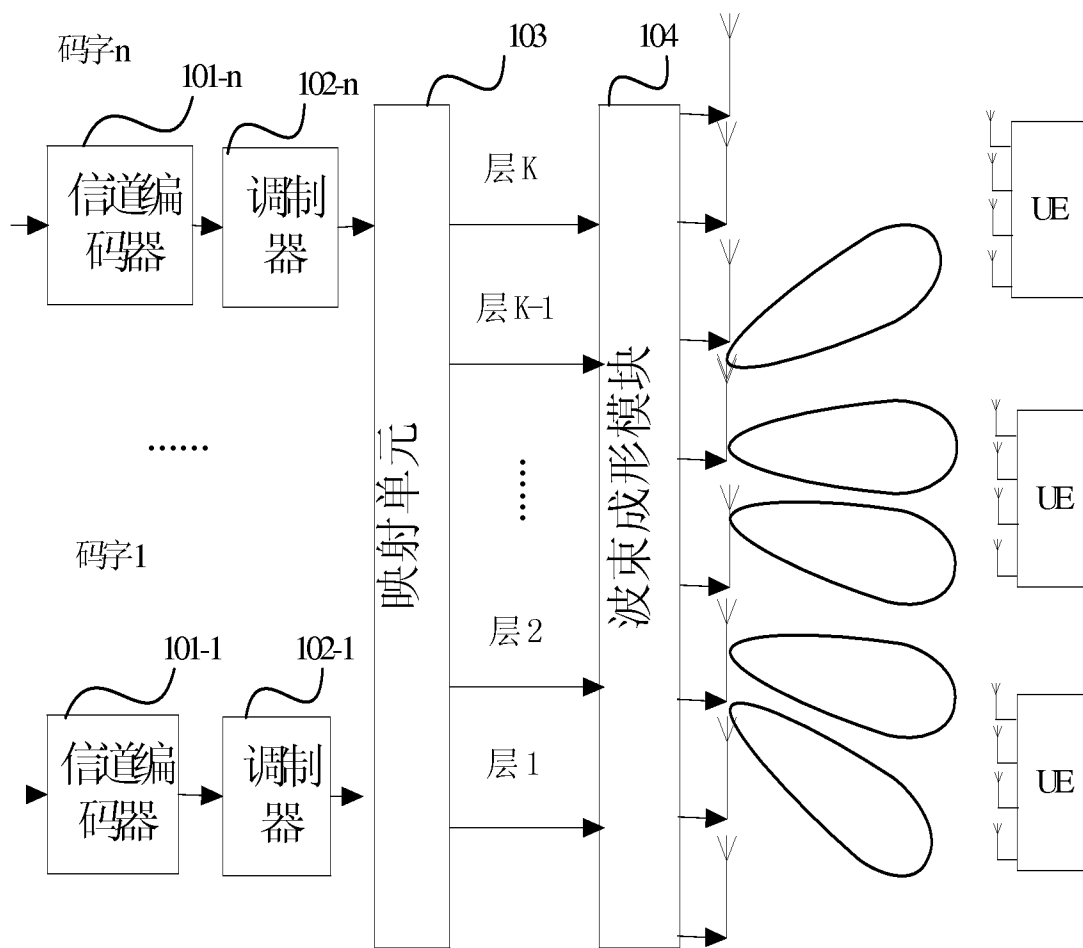


图 1

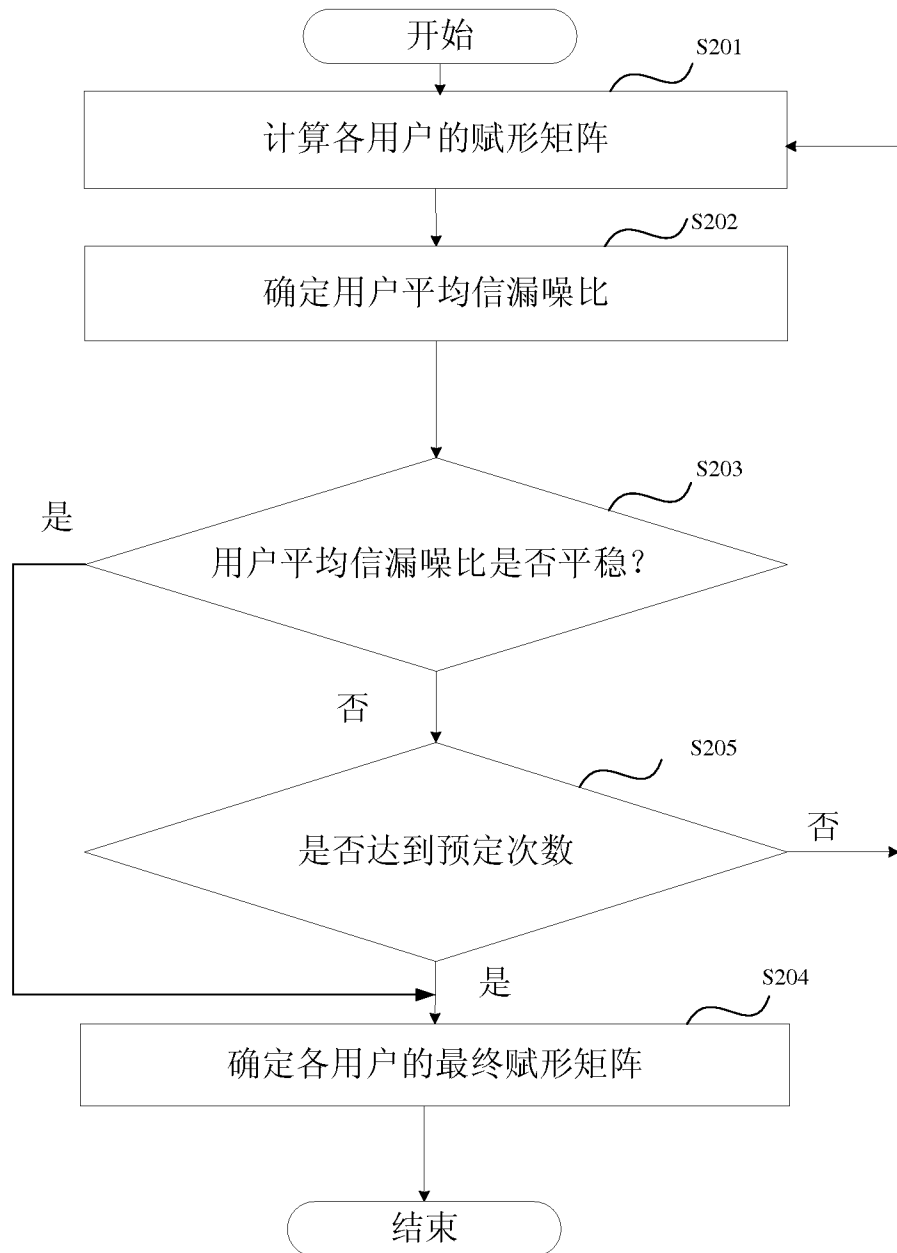


图 2

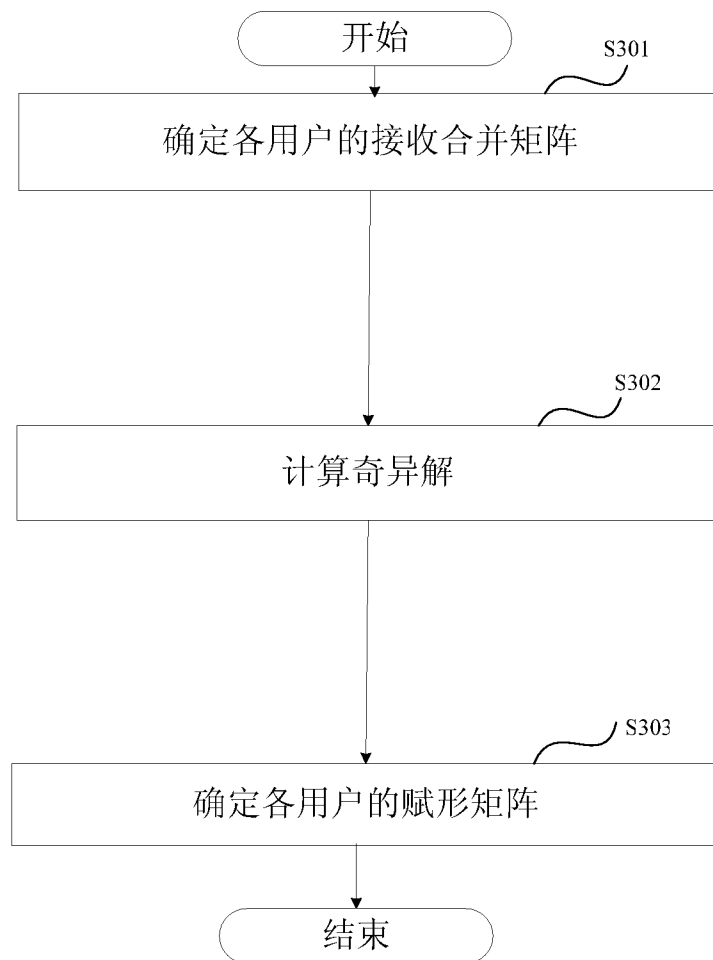


图 3

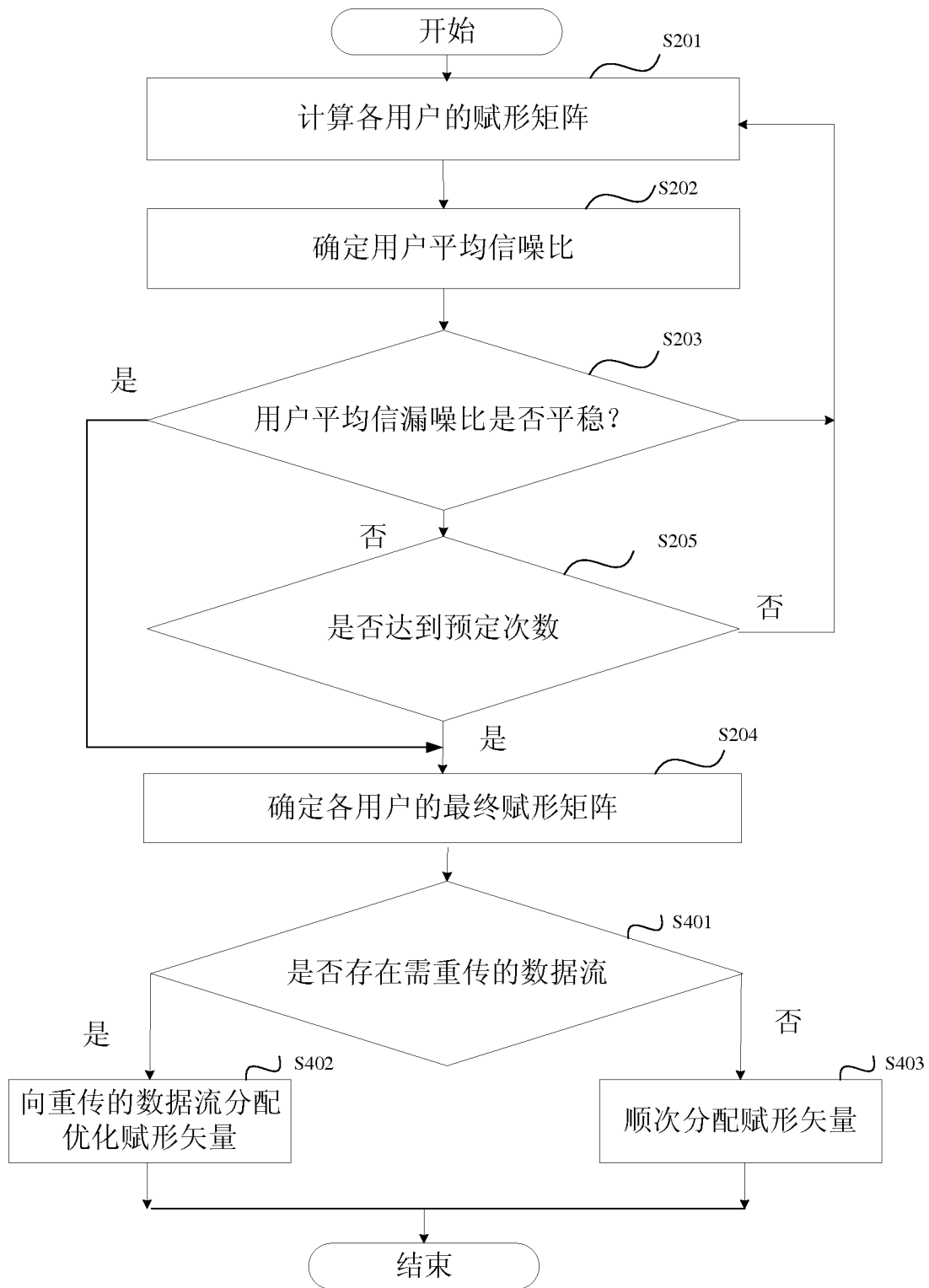


图 4

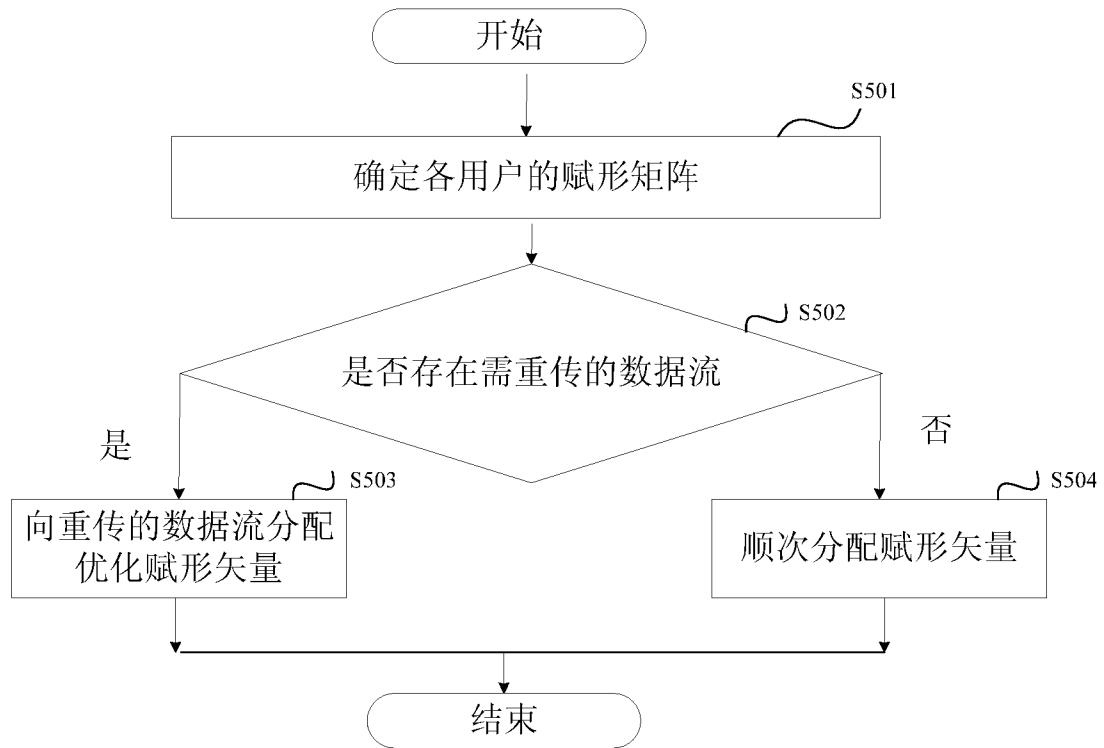


图 5

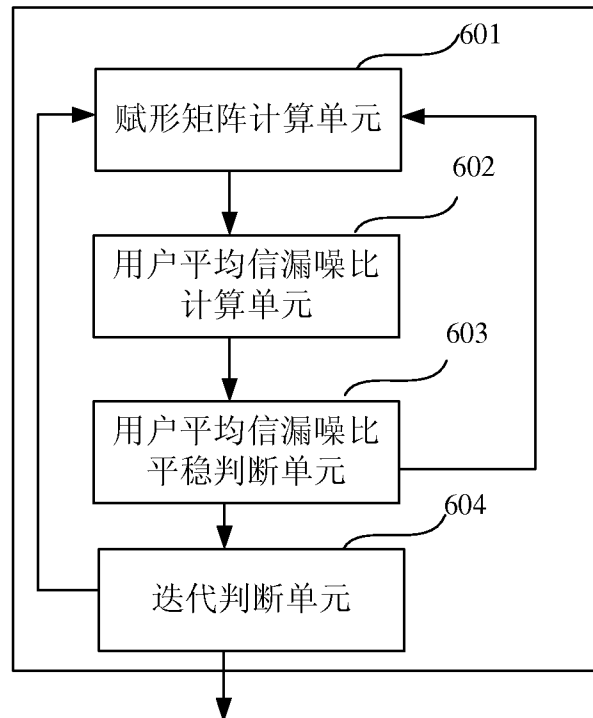


图 6

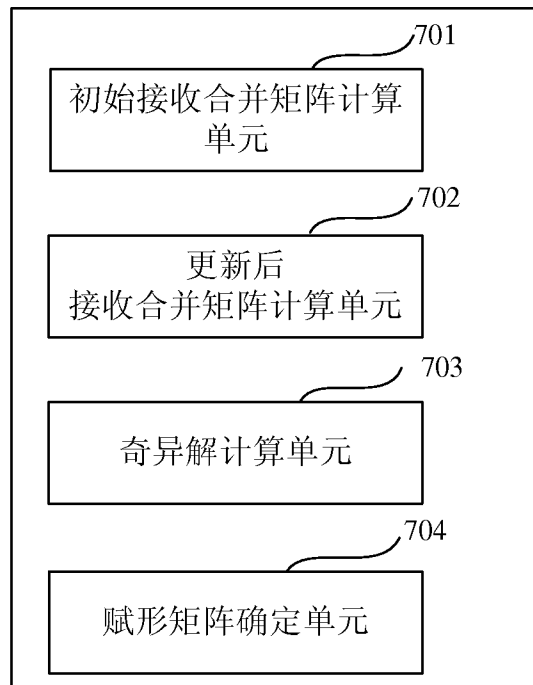


图 7

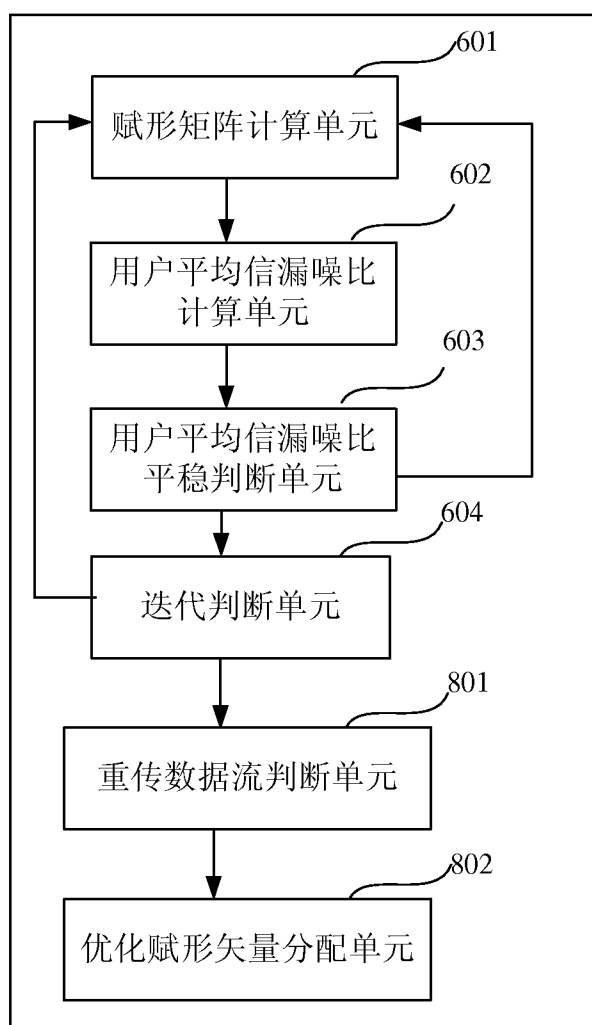


图 8

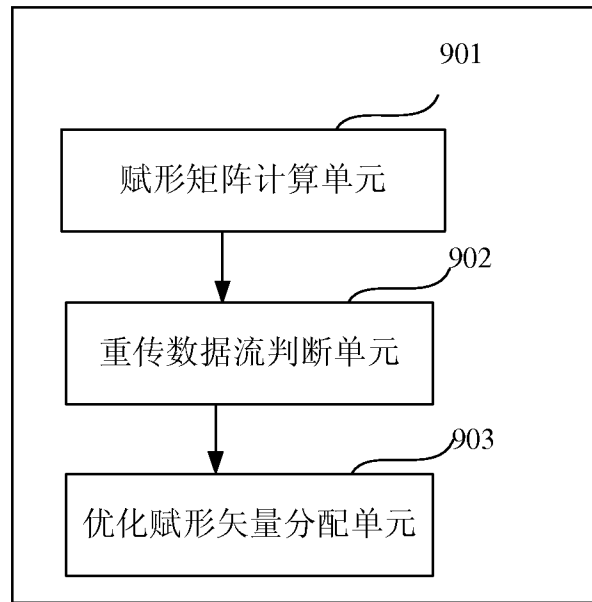


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/074785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04B7/04(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification sy

IPC: H04L27/-; H01Q 3/-; H04L 1/-; H04B 7/-;

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)

VEN,CNABS,CNKI: multiple,users,streams,beamforming,matrix,matrices,leakage,average,signal,noise,ratio,interference, steady,stab+, retransmission,distribute,allocate,better

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to
X	CN1909438A(MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 07 Feb. 2007(07.02.2007) Description page 7 line 12 – page 8 line 22	8,16,19-21
A	The same as above	1-7,9-15,17-18
A	US2009322614A1(CISCO TECHNOLOGY INC) 31 Dec. 2009 (31.12.2009) Description paragraph [0025]-paragraph [0034]	1-21
A	CN101754347A(DATANG MOBILE COMMUNICATIONS EQUIP CO LT) 23 Jun. 2010 (23.06.2010) the whole document	1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 08 Feb. 2012 (08.02.2012)	Date of mailing of the international search report 08 Mar. 2012 (08.03.2012)
--	--

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

YAN, Yan

Telephone No. (86-10)62411411

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/074785

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

This authority considers that there are two inventions covered by the independent claims (1,11,19-21) and independent claims (8,16,19-21) indicated, the same or corresponding technical features among the two inventions are as follows: determining the beamforming matrix of the user, however, it is well known in the art that the beamforming matrix of the user is determined. The technical features are common technology. It follows that the common or corresponding technical features of the two inventions can not be considered as special features within the meaning of Rule 13.2 PCT. The application, hence does not meet the requirements of unity of invention as defined in Rules 13.1 PCT.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/074785

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US2008075196A1(SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 27 Mar. 2008(27.03.2008) The whole document	1-21

International application No.
PCT/CN2011/074785

Form PCT/ISA /210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2011/074785

A. 主题的分类

H04B7/04(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)

IPC: H04L27/-; H01Q 3/-;H04L 1/-; H04B 7/-;

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))

VEN: multiple,users,streams,beamforming,matrix,matrices,leakage,average,signal,noise,ratio,interference,steady,stab+,
retransmission,distribute,allocate,better

CNABS,CNKI: 多用户,多流,波束,赋形,矩阵,泄露,平均,信漏噪比,信噪比,信干比,平稳,稳定,重传,分配,较好

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	CN1909438A(松下电器产业株式会社) 07.2 月 2007(07.02.2007) 说明书第 7 页第 12 行至第 8 页第 22 行	8,16,19-21
A	同上	1-7,9-15,17-18
A	US2009322614A1(思科技术公司) 31.12 月 2009 (31.12.2009) 说明书第[0025]段至第[0034]段	1-21
A	CN101754347A(大唐移动通信设备有限公司) 23.6 月 2010 (23.06.2010) 全文	1-21
A	US2008075196A1(三星电子株式会社) 27.3 月 2008(27.03.2008) 全文	1-21

☐ 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
08.2 月 2012(08.02.2012)

国际检索报告邮寄日期
08.3 月 2012 (08.03.2012)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

颜燕
电话号码: (86-10) 62411411

第II栏 某些权利要求被认为是不能检索的意见(续第1页第2项)

根据条约第17条(2)(a)，对某些权利要求未做国际检索报告的理由如下：

1. ☐ 权利要求：

因为它们涉及不要求本单位进行检索的主题，即：

2. ☐ 权利要求：

因为它们涉及国际申请中不符合规定的要求的部分，以致不能进行任何有意义的国际检索，具体地说：

3. ☐ 权利要求：

因为它们是从属权利要求，并且没有按照细则6.4(a)第2句和第3句的要求撰写。

第III栏 缺乏发明单一性的意见(续第1页第3项)

本国际检索单位在该国际申请中发现多项发明，即：

本国际单位认为，权利要求书包括独立权利要求(1,11,19-21)，独立权利要求(8,16,19-21)所要求保护的2项发明，2项发明的相同或相应的技术特征为确定用户的赋形矩阵，而确定用户的赋形矩阵是本领域惯用的技术手段，为本领域的公知技术，上述2项发明不存在相同或相应的特定技术特征，不存在技术关联，不属于一个总的发明构思，因而不满足发明单一性的要求，不符合PCT实施细则13.1的规定。

1. ☐ 由于申请人按时缴纳了被要求缴纳的全部附加检索费，本国际检索报告涉及全部可作检索的权利要求。2. ☒ 由于无需付出有理由要求附加费的劳动即能对全部可检索的权利要求进行检索，本单位未通知缴纳任何附加费。3. ☐ 由于申请人仅按时缴纳了部分被要求缴纳的附加检索费，本国际检索报告仅涉及已缴费的那些权利要求。具体地说，是权利要求：4. ☐ 申请人未按时缴纳被要求缴纳的附加检索费。因此，本国际检索报告仅涉及权利要求书中首先提及的发明；包含该发明的权利要求是：

关于异议的说明：☐ 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，适用时，缴纳了异议费。

☐ 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，但未在通知书规定的时间内缴纳异议费。

☐ 缴纳附加检索费时未提交异议书。

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2011/074785

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1909438A	07.02.2007	无	
US2009322614A1	31.12.2009	US7884763B2	08.02.2011
CN101754347A	23.06.2010	无	
US2008075196A1	27.03.2008	KR20070119249A	20.12.2007