

(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
2015 年 7 月 2 日 (02.07.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/096021 A1

- (51) 国际专利分类号:
H03M 13/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/090285
- (22) 国际申请日: 2013 年 12 月 24 日 (24.12.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (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: 李斌 (LI, Bin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。童文 (TONG, Wen); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。沈晖 (SHEN, Hui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。施玉晨 (SHI, Yuchen); 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: POLAR CODE DECODING METHOD AND DECODING APPARATUS

(54) 发明名称: 极性码的译码方法和译码装置

200

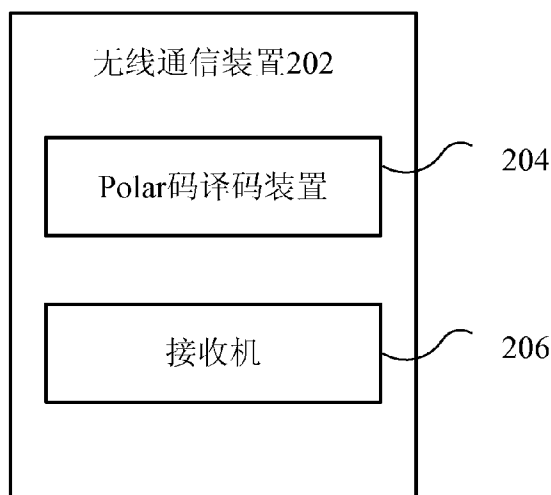


图 2 / FIG. 2

202 WIRELESS COMMUNICATIONS APPARATUS
204 POLAR CODE DECODING APPARATUS
206 RECEIVER

(57) Abstract: A Polar code decoding method comprises: receiving a to-be-decoded Polar code with the length of N , and dividing the to-be-decoded Polar code into m Polar subcodes coupled to each other, the length of each of the Polar subcodes being N/m , and N and m being integer powers of 2 and N being greater than m ; calculating squared Euclidean distances of input bits independent to each other in the m Polar subcodes, so as to obtain smallest squared Euclidean distances of the input bits independent to each other in the m Polar subcodes, which are called the minimum squared Euclidean distances; obtaining smallest squared Euclidean distances of input bits coupled to each other in the m Polar subcodes according to the m minimum squared Euclidean distances, which are called combined minimum squared Euclidean distances; and obtaining input bits in the m Polar subcodes meeting the minimum squared Euclidean distances and the combined minimum squared Euclidean distances, and obtaining a decoding result of the to-be-decoded Polar code in combination with correspondences between the m Polar subcodes and the to-be-decoded Polar code.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2015/096021 A1

一种 Polar 码译码方法，包括：接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，将所述待译码的 Polar 码划分为相互耦合的 m 个 Polar 码子码，其中每个 Polar 码子码的长度为 N/m ， N 和 m 为 2 的整数幂且 $N > m$ ；计算所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离，称为独立最小平方欧式距离；根据所述 m 个独立最小平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离，称为联合最小平方欧式距离；得到满足所述独立最小平方欧式距离和所述联合最小平方欧式距离的所述 m 个 Polar 码子码中的输入比特，结合所述 m 个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系，得到所述待译码的 Polar 码的译码结果。

极性码的译码方法和译码装置

技术领域

本发明实施例涉及编解码领域，并且更具体地，涉及与 Polar 码（极性码）的译码方法。

背景技术

通信系统通常采用信道编码提高数据传输的可靠性，保证通信的质量。Polar 码是已被证明可以取得香农容量且具有低编译码复杂度的好码。Polar 码是一种线性块码。

10 其生成矩阵为 G_N ，其编码过程为 $x_1^N = u_1^N G_N$ ，这里 $G_N = B_N F^{\otimes n}$ ，码长 $N=2n$ ， $n \geq 0$ 。 u_1^N

为输入比特，包括信息比特和 frozen 比特。这里 $F = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ ， B_N 是转置矩阵，例如比

特反转 (bit reversal) 矩阵。 $F^{\otimes n}$ 是 F 的克罗内克幂 (Kronecker power)，定义为 $F^{\otimes n} = F \otimes F^{\otimes (n-1)}$ 。Polar 码用陪集码可以表示为 (N, K, A, u_{A^c}) ，其编码过程为：

15 $x_1^N = u_A G_N(A) \oplus u_{A^c} G_N(A^c)$ ，这里 A 为信息 (information) 比特索引的集合， $G_N(A)$ 是 G_N 中由集合 A 中的索引对应的那些行得到的子矩阵， $G_N(A^c)$ 是 G_N 中由集合 A^c 中的索引对应的那些行得到的子矩阵。 u_{A^c} 是冻结 (frozen) 比特，其数量为 $(N-K)$ ，是已知比特。为了简单，这些冻结比特可以设为 0。

Polar 码也可以采用 ML (最大似然) 译码，ML 译码的最大似然译码器是找到信息

比特序列使得欧式距离平方最小化：
$$E_{\min} = \min_{u_k} \|y_1^N - z_1^N(u_1, u_2, \dots, u_N)\|^2$$

20 其中 z_k 是经过 BPSK 映射后的符号： $z_k = (1 - 2x_k)$ ， $k = 1, \dots, N$ 。

ML 译码的复杂度为 $O(2^K)$

可见现有技术中 Polar 码的 ML 译码复杂度太高。

发明内容

25 本发明实施例提供一种极性码的译码方法和译码装置，降低译码的复杂度，。

一个方面，提供了一种 Polar 码译码装置，包括：

划分模块，用于接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，将所述待译码的 Polar 码划分

为相互耦合的 m 个 Polar 码子码，其中每个 Polar 码子码的长度为 N/m ， N 和 m 为 2 的整数幂且 $N > m$ ；

m 个独立处理模块，分别用于针对 m 个 Polar 码子码，计算所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离，所述 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离称为独立最小平方欧式距离；

联合处理模块，用于根据所述 m 个独立最小平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离，所述 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离称为联合最小平方欧式距离；

结果输出模块，用于得到满足所述独立最小平方欧式距离和所述联合最小平方欧式距离的所述 m 个 Polar 码子码中的输入比特，结合所述 m 个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系，得到所述待译码的 Polar 码的译码结果。

另一方面，提供了上述装置执行的译码方法。

本发明实施例通过对待译码 Polar 码进行划分，以及联合的最大似然处理，降低了 Polar 码的译码复杂度和译码延迟，提高 Polar 码 ML 译码器的吞吐率。

附图说明

图 1 是本发明实施方式中一个应用环境无线通信系统 100 的示意图；

图 2 是一个本发明实施方式的系统 200 的示意图；

图 3 是一个具体实施方式中 Polar 码译码装置 300 示意图；

图 4 是一个具体实施方式中 Polar 码译码的方法示意图；

图 5 是图 4 所示实施方式的两步并行译码的分解示意图；

图 6 是另一个具体实施方式中 Polar 码译码的方法示意图；

图 7 是图 6 所示实施方式的三步并行译码的分解示意图；

图 8 是一个具体实施方式的译码方法示意图；

图 9 是一个具体实施方式的译码装置示意图。

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作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。

现在参照附图描述多个实施例，其中用相同的附图标记指示本文中的相同元件。在下面的描述中，为便于解释，给出了大量具体细节，以便提供对一个或多个实施例的全面理解。然而，很明显，也可以不用这些具体细节来实现所述实施例。在其它例子中，以方框图形式示出公知结构和设备，以便于描述一个或多个实施例。

在本说明书中使用的术语“部件”、“模块”、“系统”等用于表示计算机相关的实体、硬件、固件、硬件和软件的组合、软件、或执行中的软件。例如，部件可以是但不限于，在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、执行线程、程序和/或计算机。通过图示，在计算设备上运行的应用和计算设备都可以是部件。一个或多个部件可驻留在进程和/或执行线程中，部件可位于一个计算机上和/或分布在2个或更多个计算机之间。此外，这些部件可从在上面存储有各种数据结构的各种计算机可读介质执行。部件可例如根据具有一个或多个数据分组(例如来自与本地系统、分布式系统和/或网络间的另一部件交互的二个部件的数据，例如通过信号与其它系统交互的互联网)的信号通过本地和/或远程进程来通信。

此外，各个实施例中的接入终端也可以称为系统、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通信设备、用户代理、用户装置或 UE (User Equipment, 用户设备)。接入终端可以是蜂窝电话、无绳电话、SIP (Session Initiation Protocol, 会话启动协议) 电话、WLL (Wireless Local Loop, 无线本地环路) 站、PDA (Personal Digital Assistant, 个人数字处理)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备。此外，结合基站描述了各个实施例。基站可用于与移动设备通信，基站可以是 GSM (Global System of Mobile communication, 全球移动通讯) 或 CDMA (Code Division Multiple Access, 码分多址) 中的 BTS (Base Transceiver Station, 基站)，也可以是 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access, 宽带码分多址) 中的 NB (NodeB, 基站)，还可以是 LTE (Long Term Evolution, 长期演进) 中的 eNB 或 eNodeB (Evolutional Node B, 演进型基站)，或者中继站或接入点，或者未来 5G 网络中的基站设备等。

此外，本发明的各个方面或特征可以实现成方法、装置或使用标准编程和/或工程技术的制品。本申请中使用的术语“制品”涵盖可从任何计算机可读器件、载体或介质访问的计算机程序。例如，计算机可读介质可以包括，但不限于：磁存储器件(例如，硬盘、软盘或磁带等)，光盘(例如，CD (Compact Disk, 压缩盘)、DVD (Digital Versatile Disk, 数字通用盘) 等)，智能卡和闪存器件(例如，EPROM (Erasable Programmable

Read-Only Memory, 可擦写可编程只读存储器)、卡、棒或钥匙驱动器等)。另外, 本文描述的各种存储介质可代表用于存储信息的一个或多个设备和/或其它机器可读介质。术语“机器可读介质”可包括但不限于, 无线信道和能够存储、包含和/或承载指令和/或数据的各种其它介质。

5 现在, 参照图 1, 为本发明实施方式中一个无线通信系统 100 的示意图。系统 100 包括基站 102, 后者可包括多个天线组。例如, 一个天线组可包括天线 104 和 106, 另一个天线组可包括天线 108 和 110, 附加组可包括天线 112 和 114。对于每个天线组示出了 2 个天线, 然而可对于每个组使用更多或更少的天线。基站 102 可附加地包括发射机链和接收机链, 本领域普通技术人员可以理解, 它们均可包括与信号发送和接收相关的多个部件 (例如处理器、调制器、复用器、解调器、解复用器或天线等)。

10 基站 102 可以与一个或多个接入终端 (例如接入终端 116 和接入终端 122) 通信。然而, 可以理解, 基站 102 可以与类似于接入终端 116 和 122 的基本上任意数目的接入终端通信。接入终端 116 和 122 可以是例如蜂窝电话、智能电话、便携式电脑、手持通信设备、手持计算设备、卫星无线电装置、全球定位系统、PDA 和/或用于在无线通信系统 100 上通信的任意其它适合设备。如图所示, 接入终端 116 与天线 112 和 114 通信, 其中天线 112 和 114 通过前向链路 118 向接入终端 116 发送信息, 并通过反向链路 120 从接入终端 116 接收信息。此外, 接入终端 122 与天线 104 和 106 通信, 其中天线 104 和 106 通过前向链路 124 向接入终端 122 发送信息, 并通过反向链路 126 从接入终端 122 接收信息。在 FDD (Frequency Division Duplex, 频分双工) 系统中, 例如, 前向链路 118 可利用与反向链路 120 所使用的不同频带, 前向链路 124 可利用与反向链路 126 所使用的不同频带。此外, 在 TDD (Time Division Duplex, 时分双工) 系统中, 前向链路 118 和反向链路 120 可使用共同频带, 前向链路 124 和反向链路 126 可使用共同频带。

25 被设计用于通信的每组天线和/或区域称为基站 102 的扇区。例如, 可将天线组设计为与基站 102 覆盖区域的扇区中的接入终端通信。在通过前向链路 118 和 124 的通信中, 基站 102 的发射天线可利用波束成形来改善针对接入终端 116 和 122 的前向链路 118 和 124 的信噪比。此外, 与基站通过单个天线向它所有的接入终端发送相比, 在基站 102 利用波束成形向相关覆盖区域中随机分散的接入终端 116 和 122 发送时, 相邻小区中的移动设备会受到较少的干扰。

30 在给定时间, 基站 102、接入终端 116 和/或接入终端 122 可以是发送无线通信装置, 和/或, 接收无线通信装置。当发送数据时, 无线通信发送装置可对数据进行编码

以用于传输。具体地，无线通信发送装置可具有（例如生成、获得、在存储器中保存等）要通过信道发送至无线通信接收装置的一定数目的信息比特。这种信息比特可包含在数据的传输块（或多个传输块）中，其可被分段以产生多个。此外，无线通信发送装置可使用 Polar 码编码器（未示出）来对每个编码。相应的，接收数据时，无线通信接收装置可对数据进行 Polar 译码以提高数据通信的可靠性。

图 2，示出在无线通信环境中执行极化码的译码方法的系统 200。系统 200 包括无线通信装置 202，该无线通信装置 202 被显示为经由接收信道接收数据。尽管示出为接收数据，但无线通信装置 202 还可经由信道发送数据（例如，无线通信装置 202 可同时发送和接收数据，无线通信装置 202 可以在不同时刻发送和接收数据，或其组合等）。无线通信装置 202 例如可以是基站（例如图 1 的基站 102 等）、接入终端（例如图 1 的接入终端 116、图 1 的接入终端 122 等）等。

无线通信装置 202 可包括 Polar 码译码器 204，接收机 206。Polar 码译码器 204 用于针对通过接收机 206 接收到的长度为 N 的 Polar 码，根据该 Polar 码的构造的特点，划分为相互耦合的 m 个 N/m 长的 Polar 码子码， N 和 m 为 2 的整数幂且 $N > m$ ；首先对 m 个 Polar 码子码中的相互独立的输入比特进行最大似然尺度最小化（即针对 m 个 Polar 码子码，计算相互独立的输入比特的平方欧式距离，得到该 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离），然后联合地进行最大似然尺度最小化，从而得到原始的长度为 N 的 Polar 码的最大似然译码的结果。

参考图 3，为本发明实施方式提供的一种 Polar 码译码装置 300 示意图，该 Polar 码译码装置包括：

划分模块 302，用于接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，将所述待译码的 Polar 码划分为相互耦合的 m 个 Polar 码子码，其中每个 Polar 码子码的长度为 N/m ， N 和 m 为 2 的整数幂且 $N > m$ ；

m 个独立处理模块 304，分别用于针对 m 个 Polar 码子码，计算所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离，称为独立最小平方欧式距离；

联合处理模块 306，用于根据所述 m 个独立最小平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离，称为联合最小平方欧式距离；

结果输出模块 308，用于得到满足所述独立最小平方欧式距离和所述联合最小平方欧式距离的所述 m 个 Polar 码子码中的输入比特，结合所述 m 个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系，得到所述待译码的 Polar 码的译码结果。

较优的例子中，前述独立处理模块，并行地进行所述处理。前述 m 可以为 2，或者 4，或者 8 等等，下面的实施方式中以 m 为 2 和 4 进行举例，并不限制其它实施方式采用本发明的方案划分为其它数量的模块。显然的，上述实施方式通过划分和联合处理可以降低 Polar 码的译码的复杂度。

5 参考图 4，为本发明提供的另一个译码的方法实施方式，以图 3 所述实施方式中 m 等于 2，以及采用并行译码的方式为例。该具体实施方式中整体上通过两个阶段完成译码的过程，该译码装置称之为二步并行译码器 400（简称为 Two-Stage Search Decoder）。

上述图 4 所示的实施方式中，总体上通过两个阶段可以完成 Polar 码 ML 译码，极大地减少了 Polar 码 ML 译码的复杂度。上述二步并行译码器（Two-Stage Search ML Decoder）的伪代码简化表示如下：

Two-Stage Search ML Decoder

For (any realization of $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$)

{

Exhaustive search $E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = \min_{a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} D_1^{N/2}$

Exhaustive search $E_b(b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = \min_{b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} D_{N/2+1}^N$

Combine $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) + E_b(b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$

}

Exhaustive search $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$

首先，为方便说明，各实施方式中的流程和附图中，待译码的 Polar 码用公式表示

为 $x_1^N = v_1^N \times \begin{bmatrix} F^{\otimes(n-1)} & 0 \\ F^{\otimes(n-1)} & F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix}$ ，索引集合 $\Omega_{01}^{(1)}$ 表示， v_k 是 frozen 比特，且 $v_{k+N/2}$ 是信息比特；索引集合 $\Omega_{11}^{(1)}$ 表示 v_k 是信息比特且 $v_{k+N/2}$ 是信息比特。换言之，如果 $k \in \Omega_{01}^{(1)}$ ，那么 a_k, b_k 相互耦合，用公式表示为 $a_k = b_k$ ；如果 $k \in \Omega_{11}^{(1)}$ ，那么 a_k, b_k 相互独立。

要说明的是，对于 Polar 码，没有出现索引集合 $\Omega_{10}^{(1)}$ ，即 v_k 是信息比特 且 $v_{k+N/2}$ 是 frozen 比特。某些例子中，前述 $\Omega_{11}^{(1)}$ 可以分解为三个子集： $\Omega_{11}^{(1)} = \{\Omega_{01}^{(2)} + N/4\} \cup \Omega_{11}^{(2)} \cup \{\Omega_{11}^{(2)} + N/4\}$ ，索引集合 $\Omega_{01}^{(2)}$ 表示满足： $k \notin \Omega_{11}^{(1)}$ 且

$k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 这里 $1 \leq k \leq N/4$, 索引集合 $\Omega_{11}^{(2)}$ 表示满足: $k \in \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 这里 $1 \leq k \leq N/4$ 。同理没有满足如下条件的索引: $k \in \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \notin \Omega_{11}^{(1)}$, 这里 $1 \leq k \leq N/4$ 。

结合最大似然译码的工作原理, 参考图 4, 图 4 所示的译码实施方式的工作过程包括:

S401 接收长度为 N 的待译码的 Polar 码, 该待译码的 Polar 码用公式表示为

$$x_1^N = v_1^N \times \begin{bmatrix} F^{\otimes(n-1)} & 0 \\ F^{\otimes(n-1)} & F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix} = \left[\left(v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N \right) F^{\otimes(n-1)} \quad v_{N/2+1}^N F^{\otimes(n-1)} \right],$$

将其划分为 2 个 Polar 码子码, 分别为第一 Polar 码子码和第二 Polar 码子码, 其对应的输入比特分别为 a_k 和 b_k , 用公式分别表示为

$$a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N, \quad b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N。$$

S402 对第一 Polar 码子码中与第二 Polar 码子码相互独立的输入比特 $a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$, 计算得到第一独立最小平方欧式距离 $E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = \min_{a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} D_1^{N/2}$; 以及, 对第二 Polar 码子码中与第一 Polar 码子码相互独立的输入比特 $b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$, 计算得到第二独立最小平方欧式距离 $E_b(b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = \min_{b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} D_{N/2+1}^N$ 。

S403 用于合并所述第一独立最小平方欧式距离和所述第二独立最小平方欧式距离 E_a, E_b 得到 E_{sum} , 用公式表示为 $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) + E_b(b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$;

S404 搜索得到第一联合最小平方欧式距离, 用公式表示为 $\min_{a_k=b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$; 即 $\min_{a_k=b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$;

S405 得到满足所述第一联合最小平方欧式距离的第一 Polar 码子码和第二 Polar 码子码中相互耦合的输入比特 $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$; 再得到满足所述第一独立最小平方欧式距离 E_a 和所述第二独立最小平方欧式距离 E_b , 得到第一 Polar 码子码和第二 Polar 码子码中相互独立的输入比特 $a_k, b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$ (即搜索得到使 E_a 或者 E_b 最小的输入比特 $a_k, b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$);

S406 计算得到所有的 a_k, b_k 后, 通过所述 2 个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系 $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$ 和 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$ 计算得到待译码的 Polar 码的输入比特 $v_1^{N/2}$ 和 $v_{N/2+1}^N$ 。

参考图 5, 为上述实施方式两步并行译码的分解示意图, 从该示意图可以了解通过并行译码, 复杂度有很好的改善。

参考图 6, 为本发明提供的另一个具体实施方式, 基于前述并行译码方案进行深化, 实现图 3 所示实施方式中 m 等于 4 的译码方案, 简称为三步并行 ML 译码。结合最大似然译码的工作原理, 参考图 6, 上述实施方式的工作过程包括:

S601 接收长度为 N 的待译码的 Polar 码, 将所述待译码的 Polar 码划分为相互耦合的 4 个 Polar 码子码, 其中每个 Polar 码子码的长度为 $N/4$, N 为 2 的整数幂且 $N > 4$ 。

$$x_1^N = v_1^N \times \begin{bmatrix} F^{\otimes(n-1)} & 0 \\ F^{\otimes(n-1)} & F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix}$$

具体的, 该待译码的 Polar 码用公式表示为 $\begin{bmatrix} (v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N) F^{\otimes(n-1)} & v_{N/2+1}^N F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix}$, 这 4 个 Polar 码子码后续称为第三 Polar 码子码, 第四 Polar 码子码, 第五 Polar 码子码, 和, 第六 Polar 码子码。其中, 其具体的划分方法可以是先采用图 4 中 S401 的方法将待译码的 Polar 码划分为 2 个 Polar 码子码, 即第一 Polar 码子码和第二 Polar 码子码, 其对应的输入比特分别为 a_k 和 b_k , 用公式分别表示为 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$, $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$; 再由第一 Polar 码子码划分得到第三 Polar 码子码和第四 Polar 码子码, 由第二 Polar 码子码划分得到第五 Polar 码子码和第六 Polar 码子码。

前述第三 Polar 码子码, 第四 Polar 码子码, 第五 Polar 码子码, 和, 第六 Polar 码子码的输入比特分别为 c_k , 用公式表示为 $c_k = a_k \oplus a_{k+N/4}$; d_k , 用公式表示为 $d_k = a_{k+N/4}$; e_k , 用公式表示为 $e_k = b_k \oplus b_{k+N/4}$, 和 f_k , 其中 $f_k = b_{k+N/4}$, $1 \leq k \leq N/4$; 且 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$, $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$ 。

上述划分方案的具体原理如下:

$x_1^{N/2} = a_1^{N/2} F^{\otimes(n-1)}$ 能被进一步分解为:

$$x_1^{N/2} = \begin{bmatrix} c_1^{N/4} F^{\otimes(n-2)} & d_1^{N/4} F^{\otimes(n-2)} \end{bmatrix}$$

同理可以得到:

$$x_1^N = \begin{bmatrix} c_1^{N/4} F^{\otimes(n-2)} & d_1^{N/4} F^{\otimes(n-2)} & e_1^{N/4} F^{\otimes(n-2)} & f_1^{N/4} F^{\otimes(n-2)} \end{bmatrix};$$

根据上面公式显示的 Polar 码结构, 前述划分方法显然可以顺利的执行。

S602 针对前述 4 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特分别计算所述独立最小平方欧式距离, 得到第一独立最小平方欧式距离 $E_c = \min_{c_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_1^{N/4}$, 第二独立最小平方欧式

距离 $E_d = \min_{d_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/4+1}^{N/2}$, 第三独立最小平方欧式距离 $E_e = \min_{e_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/2+1}^{3N/4}$, 和第四独立最

小平方欧式距离 $E_f = \min_{f_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{3N/4+1}^N$; 其中, 索引集合 $\Omega_{11}^{(2)}$ 表示满足 $k \in \Omega_{11}^{(1)}$ 且

$k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 索引集合 $\Omega_{11}^{(1)}$ 表示 v_k 是信息比特且 $v_{k+N/2}$ 是信息比特, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

5 S603, 计算得到第三Polar码子码和第四Polar码子码的平方欧式距离的和, 用公式表示为 $E_{sum1} = E_c + E_d$, 针对第三Polar码子码和第四Polar码子码相互耦合的输入比特,

搜索得到第一联合最小平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum2} = \min_{a_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum1}$; 其中 $\Omega_{01}^{(2)}$ 表示满足: $k \notin \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

S604, 计算得到第五Polar码子码和第六Polar码子码的平方欧式距离的和, 用公式表示为 $E_{sum3} = E_e + E_f$; 针对第五Polar码子码和第六Polar码子码中相互耦合的输入比特, 搜索得到第二联合最小平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum4} = \min_{b_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum3}$; 其中 $\Omega_{01}^{(2)}$ 表示满足: $k \notin \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

S605, 针对所有的Polar码子码相互耦合的输入比特, 计算总的平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_{sum2} + E_{sum4}$; 搜索得到第三联合最小平方欧式距离

15 $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$, 其中索引集合 $\Omega_{01}^{(1)}$ 表示, v_k 是frozen 比特, 且 $v_{k+N/2}$ 是信息比特;

S606, 得到满足所述第三联合最小平方欧式距离 $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$ 的输入比特 $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$; 将所述输入比特 $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$ 分别代入所述第一联合最小平方欧式距离 E_{sum2} 和所述第二联合最小平方欧式距离 E_{sum4} 得到其它输入比特;

S607, 得到所有的输入比特 c_k, d_k, e_k 和 f_k 后, 通过所述4个Polar码子码与所述

20 待译码的Polar码的关系
$$\begin{cases} v_k = c_k \oplus d_k \oplus e_k \oplus f_k \\ v_{k+N/4} = d_k \oplus f_k \\ v_{k+N/2} = e_k \oplus f_k \\ v_{k+3N/4} = f_k \end{cases}$$
 得到所述待译码的Polar码中的输入

比特 v_1^N 。

上述图 6 所示的实施方式中, 总体上通过三个阶段可以完成 Polar 码 ML 译码, 极大地减少了 Polar 码 ML 译码的复杂度。上述三步并行译码器

(Three-Stage Search ML Decoder) 的代码简化表示如下:

Three-Stage Search ML Decoder

For (any realization of $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$)

{

For (any realization of $a_k, k \in \Omega_{01}^{(2)} + N/4$)

{

Calculate $c_k = a_k \oplus a_{k+N/4}$, and $d_k = a_{k+N/4}$,

where $1 \leq k \leq N/4$, $k \notin \Omega_{11}^{(2)}$

Search $E_c = \min_{c_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_1^{N/4}$

Search $E_d = \min_{d_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/4+1}^{N/2}$

Combine $E_{sum1} = E_c + E_d$

}

Search $E_{sum2} = \min_{a_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum1}$

For (any realization of $b_k, k \in \Omega_{01}^{(2)} + N/4$)

{

Calculate $e_k = b_k \oplus b_{k+N/4}$, and $f_k = b_{k+N/4}$,

where $1 \leq k \leq N/4$, $k \notin \Omega_{11}^{(2)}$

Search $E_e = \min_{e_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/2+1}^{3N/4}$

Search $E_f = \min_{f_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{3N/4+1}^N$

Combine $E_{sum3} = E_e + E_f$

}

Search $E_{sum4} = \min_{b_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum3}$

Combine $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_{sum2} + E_{sum4}$

}

Exhaustive search $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$

下面详细的说明本实施方式的技术效果, 前述三步并行最大似然译码的复杂度为:

$2^{|\Omega_{01}^{(1)}| + |\Omega_{11}^{(1)}| + |\Omega_{11}^{(2)}|}$ 。参见下表 1, 为不同码长 N 情况下, 前述三步并行最大似然译码和原始最

大似然译码复杂度的比较, Comp1 为三步并行 ML 复杂度, Comp 2 为原始 ML 复杂度。

N	$ \Omega_{01}^{(1)} $	$ \Omega_{11}^{(1)} $	$ \Omega_{11}^{(2)} $	Comp 1	Comp 2
32	4	2	2	2^8	2^{16}
64	4	4	5	2^{13}	2^{32}
128	8	6	11	2^{25}	2^{64}
256	16	10	23	2^{49}	2^{128}

表 1

参考图 7，为上述三步并行译码的示意图，从该图可以看到本发明实施方式的最大似然译码的复杂度能够大大降低。

前述实施方式中m为2，或者4，本领域技术人员可以知道，m也可以为8，或者其它2的整数幂。前述实施方式通过减低译码复杂度，尤其是通过并行译码的方式，可以大大提高译码吞吐量，以及降低译码时延。

本发明各实施方式中提到的ML译码方法，可以和任意逻辑上没有冲突的译码方法进行组合使用，本发明实施方式不对其进行限定。

作为一个举例，本发明的另一个具体实施方式提供了一种译码的方法，先独立地（较优的，并行地）对 m 个 Polar 码子码进行 SC 译码，再对 Polar 码子码进行最大似然 ML 联合处理，也就是说，结合 SC 并行译码和前述并行 ML 译码方法（例如二步并行 ML 译码方法或者三步并行 ML 译码方法）进行完整的 Polar 码译码。

以图 3 所示的 Polar 码译码装置为例，可选的，还包括 SC 独立译码模块，用于将长度为 S 的 Polar 码分为 N 个长度为 S/N 的 Polar 码子码，分别进行 SC 译码后得到 N 个 SC 译码结果（例如似然比），S 和 N 为 2 的整数幂且 S>N；

以便于将所述 N 个 SC 译码结果中的所有输入比特作为长度为 N 的所述待译码的 Polar 码，由前述各实施方式任一所述的划分模块、所述 m 个独立处理模块、所述联合处理模块和所述结果输出模块完成相应的工作；

以及，

根据所述所有的输入比特得到所述长度为S的Polar码的译码结果。

更具体的一个例子中，在中国专利申请 201310073607.8 中，提供了可以并行地对 8

个 Polar 码子码进行 SC 译码的实施方式（参考 201310073607.8 中的图 4）。与中国专利申请 201310073607.8 中的实施方式相比，本例子中，在 SC 并行译码后不再需要遍历的对 $(a_i, b_i, c_i, d_i, e_i, f_i, g_i, h_i)$ 进行判决，而是采用 ML 原则进行联合译码。参考图 8，其过程包括：

- 5 首先，将长度为 S 的 Polar 码分为 8 个长度为 S/8 的 Polar 码，即八个接收信号向 $y_1^{S/8}, y_{S/8+1}^{2S/8}, y_{2S/8+1}^{3S/8}, \dots, y_{7S/8+1}^S$ 。相应的输入比特满足：

$$\begin{cases} a_i = v_i \oplus v_{i+S/8} \oplus v_{i+2S/8} \oplus v_{i+3S/8} \oplus v_{i+4S/8} \oplus v_{i+5S/8} \oplus v_{i+6S/8} \oplus v_{i+7S/8} \\ b_i = v_{i+S/8} \oplus v_{i+3S/8} \oplus v_{i+5S/8} \oplus v_{i+7S/8} \\ c_i = v_{i+2S/8} \oplus v_{i+3S/8} \oplus v_{i+6S/8} \oplus v_{i+7S/8} \\ d_i = v_{i+3S/8} \oplus v_{i+7S/8} \\ e_i = v_{i+4S/8} \oplus v_{i+5S/8} \oplus v_{i+6S/8} \oplus v_{i+7S/8} \\ f_i = v_{i+5S/8} \oplus v_{i+7S/8} \\ g_i = v_{i+6S/8} \oplus v_{i+7S/8} \\ h_i = v_{i+7S/8} \end{cases} \quad 1 \leq i \leq S/8$$

8 个分量译码器(长度为 S/8 的 SC 译码器)分别用, $y_1^{S/8}, y_{S/8+1}^{2S/8}, y_{2S/8+1}^{3S/8}, \dots, y_{7S/8+1}^S$ 作为输入。8 个分量译码器分别独立地计算对数似然比：。 $L(a_i) = L_{S/8}^{(i)}(y_1^{S/8}, \hat{a}_1^{i-1})$,

$$10 \quad L(b_i) = L_{S/8}^{(i)}(y_{S/8+1}^{2S/8}, \hat{b}_1^{i-1}), \quad L(c_i) = L_{S/8}^{(i)}(y_{2S/8+1}^{3S/8}, \hat{c}_1^{i-1}), \quad \dots, \quad L(h_i) = L_{S/8}^{(i)}(y_{7S/8+1}^S, \hat{h}_1^{i-1});$$

其次，根据前述计算出的对数似然比, 对输入比特 $(v_k, v_{k+S/8}, v_{k+2S/8}, \dots, v_{k+7S/8})$ 进行 ML 并行译码。具体的，用公式表示如下：

$$\begin{matrix} 15 \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ 20 \end{matrix} \quad \begin{bmatrix} a_k \\ b_k \\ c_k \\ d_k \\ e_k \\ f_k \\ g_k \\ h_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_k \\ v_{k+S/8} \\ v_{k+2S/8} \\ v_{k+3S/8} \\ v_{k+4S/8} \\ v_{k+5S/8} \\ v_{k+6S/8} \\ v_{k+7S/8} \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

上述公式中右边的矩阵实际上是长度 N=8 的 Polar 码的生成矩阵，所以上述译码的过程可以采用前述实施方式中的 Polar 码 ML 并行译码的方法。

具 体 的 ， $Y = [\quad L(a_i) = L_{S/8}^{(i)}(y_1^{S/8}, \hat{a}_1^{i-1}) \quad , \quad L(b_i) = L_{S/8}^{(i)}(y_{S/8+1}^{2S/8}, \hat{b}_1^{i-1}) \quad ,$

$$L(c_i) = L_{S/4}^{(i)}(y_{2S/8+1}^{3S/8}, \hat{c}_1^{i-1}) \quad , \quad \dots, \quad L(h_i) = L_{S/8}^{(i)}(y_{7S/8+1}^S, \hat{h}_1^{i-1})]$$

输入比特为 $(v_k, v_{k+S/8}, v_{k+2S/8}, \dots, v_{k+7S/8})$

在得到 $\hat{v}_i, \hat{v}_{i+S/8}, \hat{v}_{i+2S/8}, \dots, \hat{v}_{i+7S/8}$ ($i = 1, 2, \dots, S/8$) 之后, 可进行位置置换得到原始 Polar 码的译码结果 u_1^N 。

5 上述实施方式中, 将长度为 S 的 Polar 码分为 8 个长度为 $S/8$ 的 Polar 码, 分别进行 SC 译码, 之后应用本发明实施方式提供的 2 步并行 ML 译码或者 3 步并行 ML 译码等 ML 联合译码方式, 译码的复杂度进一步的降低, 并提高了译码的吞吐量。

可以理解的是, 本文描述的这些实施例可以用硬件、软件、固件、中间件、微码或其组合来实现。对于硬件实现, 处理单元可以实现在一个或多个 ASIC (Application Specific Integrated Circuits, 专用集成电路)、DSP (Digital Signal Processing, 数字信号处理器)、DSPD (DSP Device, 数字信号处理设备)、PLD (Programmable Logic Device, 可编程逻辑设备)、FPGA (Field-Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列)、处理器、控制器、微控制器、微处理器、用于执行本申请所述功能的其它电子单元或其组合中。

15 当在软件、固件、中间件或微码、程序代码或代码段中实现实施例时, 它们可存储在例如存储部件的机器可读介质中。代码段可表示过程、函数、子程序、程序、例程、子例程、模块、软件分组、类、或指令、数据结构或程序语句的任意组合。代码段可通过传送和/或接收信息、数据、自变量、参数或存储器内容来耦合至另一代码段或硬件电路。可使用包括存储器共享、消息传递、令牌传递、网络传输等任意适合方式来传递、
20 转发或发送信息、自变量、参数、数据等。

对于软件实现, 可通过执行本文所述功能的模块 (例如过程、函数等) 来实现本文所述的技术。软件代码可存储在存储器单元中并通过处理器执行。存储器单元可以在处理器中或在处理器外部实现, 在后一种情况下存储器单元可经由本领域已知的各种手段以通信方式耦合至处理器。

25 参照图 9, 示出在无线通信环境中能够使用极化码的处理方法的系统 900。例如, 系统 900 可至少部分地驻留在基站或者接入终端中。应理解的是, 系统 900 可表示为包括功能框, 其可以是表示由处理器、软件或其组合 (例如固件) 实现的功能的功能框。系统 900 包括具有联合操作的电子部件的逻辑组 902。

例如, 逻辑组 902 可包括: 划分模块 904, 用于接收长度为 N 的待译码的 Polar 码,
30 将所述待译码的 Polar 码划分为相互耦合的 m 个 Polar 码子码, 其中每个 Polar 码子码

的长度为 N/m , N 和 m 为 2 的整数幂且 $N > m$;

m 个独立处理模块 906, 图中未全部示出, 分别用于针对 m 个 Polar 码子码, 计算所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的平方欧式距离, 得到所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离, 称为独立最小平方欧式距离;

- 5 联合处理模块 908, 用于根据所述 m 个独立最小平方欧式距离, 得到所述 m 个 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离, 称为联合最小平方欧式距离;

结果输出模块 910, 用于得到满足所述独立最小平方欧式距离和所述联合最小平方欧式距离的所述 m 个 Polar 码子码中的输入比特, 结合所述 m 个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系, 得到所述待译码的 Polar 码的译码结果。

- 10 此外, 系统 900 可包括存储器 912, 后者保存用于执行与电子部件 904, 906, 908 和 910 相关的功能的指令。尽管示出为在存储器 912 的外部, 但是可理解, 电子部件 904, 906, 908 和 910 中的一个或多个可存在于存储器 912 中。相应的, 上述各部件可以进一步优化的采用前述各方法实施方式, 其细节在此不再赘述。

- 15 上文的描述包括一个或多个实施列举例。当然, 为了描述这些实施列举例而描述部件或方法的所有可能的结合是不可能的, 但是本领域普通技术人员应该认识到, 这些实施列举例可以做进一步的结合和变换。因此, 本申请中描述的实施例旨在涵盖落入所附权利要求书的精神和保护范围内的所有改变、修改和变形。此外, 就说明书或权利要求书中使用的“包含”一词而言, 该词的涵盖方式类似于“包括”一词, 就如同“包括”一词在权利要求中用作衔接词所解释的那样。

- 20 本领域普通技术人员可以意识到, 结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤, 能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

- 25 所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为描述的方便和简洁, 上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程, 可以参考前述方法实施例中的对应过程, 在此不再赘述。

- 30 在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的系统、装置和方法, 可以通过其它的方式实现。例如, 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 例如, 所述单元的划分, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式, 例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另一点, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口, 装置

或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1、一种 Polar 码译码装置，包括：

5 划分模块，用于接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，将所述待译码的 Polar 码划分为相互耦合的 m 个 Polar 码子码，其中每个 Polar 码子码的长度为 N/m，N 和 m 为 2 的整数幂且 $N > m$ ；

10 m 个独立处理模块，分别用于针对 m 个 Polar 码子码，计算所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离，所述 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离称为独立最小平方欧式距离；

联合处理模块，用于根据所述 m 个独立最小平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离，所述 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离称为联合最小平方欧式距离；

15 结果输出模块，用于得到满足所述独立最小平方欧式距离和所述联合最小平方欧式距离的所述 m 个 Polar 码子码中的输入比特，结合所述 m 个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系，得到所述待译码的 Polar 码的译码结果。

2、如权利要求 1 所述的译码装置，所述 m 个独立处理模块，具体用于

20 并行地进行针对 m 个 Polar 码子码，计算所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离。

3、如权利要求 1 或 2 所述的译码装置，其中 m 为 2，或者 4，或者 8。

4、如权利要求 3 所述的译码装置，其特征在于，m 为 2 时，

所述划分模块具体用于接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，所述待译码的 Polar 码

$$x_1^N = v_1^N \times \begin{bmatrix} F^{\otimes(n-1)} & 0 \\ F^{\otimes(n-1)} & F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix}$$

25 用公式表示为 $= \left[\left(v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N \right) F^{\otimes(n-1)} \quad v_{N/2+1}^N F^{\otimes(n-1)} \right]$ ，将所述待译码的 Polar 码划分为 2 个 Polar 码子码，分别为第一 Polar 码子码和第二 Polar 码子码，其对应的输入比特分别为 a_k 和 b_k ，用公式分别表示为 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$ ， $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$ ；

所述 2 个独立处理模块的一个，具体用于对第一 Polar 码子码中与第二 Polar 码子

码相互独立的输入比特 $a_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$ ，计算得到第一独立最小平方欧式距离

$$E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = \min_{a_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}} D_1^{N/2};$$

所述2个独立处理模块的另一个，具体用于对第二Polar码子码中与第一Polar码子码相互独立的输入比特 $b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$ ，计算得到第二独立最小平方欧式距离

$$5 \quad E_b(b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = \min_{b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}} D_{N/2+1}^N;$$

所述联合处理模块，具体用于合并所述第一独立最小平方欧式距离和所述第二独立最小平方欧式距离 E_a, E_b 得到 E_s ，用公式表示为 $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) + E_b(b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$ ；搜索得到第一联合最小平方欧式距离，用公式表示为 $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$ ；

10 结果输出模块，用于得到满足所述第一联合最小平方欧式距离的第一Polar码子码和第二Polar码子码中相互耦合的输入比特 $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$ ；再得到满足所述第一独立最小平方欧式距离 E_a 和所述第二独立最小平方欧式距离 E_b 的第一Polar码子码和第二Polar码子码中相互独立的输入比特 $a_k, b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$ ；再通过所述2个Polar码子码与所述待译码的Polar码的关系 $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$ 和 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$ 计算得到所述待译码的Polar码的译码的结果 $v_1^{N/2}$ 和 $v_{N/2+1}^N$ 。

5、如权利要求3所述的译码装置，m为4时，

所述划分模块，具体用于接收长度为N的待译码的Polar码，将所述待译码的Polar码划分为相互耦合的4个Polar码子码，其中每个Polar码子码的长度为N/4，N为2的整数幂且N>4；其中，所述待译码的Polar码用公式表示为

$$20 \quad x_1^N = v_1^N \times \begin{bmatrix} F^{\otimes(n-1)} & 0 \\ F^{\otimes(n-1)} & F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix} = \left[\left(v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N \right) F^{\otimes(n-1)} \quad v_{N/2+1}^N F^{\otimes(n-1)} \right],$$

所述划分的过程具体为先将所述待译码的Polar码划分为2个Polar码子码，即第一Polar码子码和第二Polar码子码，其对应的输入比特分别为 a_k 和 b_k ，用公式分别表示为 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$ ， $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$ ；再由第一Polar码子码划分得到第三Polar码子码和第四Polar码子码，由第二Polar码子码划分得到第五Polar码子码和第六Polar码子码；前述第三Polar码子码，第四Polar码子码，第

25 五Polar码子码，和，第六Polar码子码的输入比特分别为 c_k ，用公式表示为

$c_k = a_k \oplus a_{k+N/4}$; d_k , 用公式表示为 $d_k = a_{k+N/4}$; e_k , 用公式表示为 $e_k = b_k \oplus b_{k+N/4}$, 和 f_k , 其中 $f_k = b_{k+N/4}$, $1 \leq k \leq N/4$; 且 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$, $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$;

所述 4 个独立处理模块 303, 分别具体用于对所述第三 Polar 码子码, 第四 Polar 码子码, 第五 Polar 码子码, 和, 第六 Polar 码子码中相互独立的输入比特分别计算所述独立最小平方欧式距离, 得到第一独立最小平方欧式距离 $E_c = \min_{c_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_1^{N/4}$, 第二独立最小平方欧式距离 $E_d = \min_{d_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/4+1}^{N/2}$, 第三独立最小平方欧式距离 $E_e = \min_{e_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/2+1}^{3N/4}$, 和第四独立最小平方欧式距离 $E_f = \min_{f_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{3N/4+1}^N$; 其中, 索引集合 $\Omega_{11}^{(2)}$ 表示满足 $k \in \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 索引集合 $\Omega_{11}^{(1)}$ 表示 v_k 是信息比特且 $v_{k+N/2}$ 是信息比特, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

所述联合处理模块, 具体用于计算得到第三 Polar 码子码和第四 Polar 码子码的平方欧式距离的和, 用公式表示为 $E_{sum1} = E_c + E_d$, 针对第三 Polar 码子码和第四 Polar 码子码相互耦合的输入比特, 搜索得到第一联合最小平方欧式距离, 用公式表示为

$$E_{sum2} = \min_{a_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum1}; \text{ 其中 } \Omega_{01}^{(2)} \text{ 表示满足: } k \notin \Omega_{11}^{(1)} \text{ 且 } k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)} \text{ 的所有索引, 这里 } 1 \leq k \leq N/4;$$

计算得到第五 Polar 码子码和第六 Polar 码子码的平方欧式距离的和, 用公式表示为 $E_{sum3} = E_e + E_f$; 针对第五 Polar 码子码和第六 Polar 码子码中相互耦合的输入比特, 搜索得到第二联合最小平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum4} = \min_{b_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum3}$; 其中 $\Omega_{01}^{(2)}$ 表示满足: $k \notin \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

针对所有的 Polar 码子码相互耦合的输入比特, 计算总的平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_{sum2} + E_{sum4}$; 搜索得到第三联合最小平方欧式距离

$$\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}), \text{ 其中索引集合 } \Omega_{01}^{(1)} \text{ 表示, } v_k \text{ 是 frozen 比特, 且 } v_{k+N/2} \text{ 是信息比特;}$$

所述结果输出模块, 用于得到满足所述第三联合最小平方欧式距离

$$\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) \text{ 的输入比特 } a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}; \text{ 将所述输入比特}$$

$a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$ 分别代入所述第一联合最小平方欧式距离 E_{sum2} 和所述第二联合最小平

方欧式距离 E_{sum4} 得到其它输入比特；得到所有的输入比特 c_k , d_k , e_k 和 f_k 后，通过所

$$\text{述4个Polar码子码与所述待译码的Polar码的关系} \begin{cases} v_k = c_k \oplus d_k \oplus e_k \oplus f_k \\ v_{k+N/4} = d_k \oplus f_k \\ v_{k+N/2} = e_k \oplus f_k \\ v_{k+3N/4} = f_k \end{cases} \quad \text{得到所述待}$$

译码的Polar码中的输入比特 v_1^N 。

- 6、如权利要求 1-5 任一所述的装置，还包括 SC 独立译码模块，用于将长度为 S 的 Polar 码分为 N 个长度为 S/N 的 Polar 码子码，分别进行 SC 译码后得到 N 个 SC 译码结果，S 和 N 为 2 的整数幂且 $S > N$ ；

以便于将所述 N 个 SC 译码结果中的所有输入比特作为长度为 N 的所述待译码的 Polar 码，由权利要求 1-6 任一所述的划分模块、所述 m 个独立处理模块、所述联合处理模块和所述结果输出模块完成相应的工作；

- 10 以及，

根据所述所有的输入比特得到所述长度为 S 的 Polar 码的译码结果。

7、一种无线通信装置，包括如权利要求 1-6 任一所述的 Polar 码译码装置，以及接收机，所述的 Polar 码译码装置通过所述接收机接收 Polar 码。

8、一种 Polar 码译码方法，包括：

- 15 接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，将所述待译码的 Polar 码划分为相互耦合的 m 个 Polar 码子码，其中每个 Polar 码子码的长度为 N/m，N 和 m 为 2 的整数幂且 $N > m$ ；

分别针对 m 个 Polar 码子码，计算所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互独立的输入比特的最小的平方欧式距离，称为独立最小平方欧式距离；

- 20 根据所述 m 个独立最小平方欧式距离，得到所述 m 个 Polar 码子码中相互耦合的输入比特的最小的平方欧式距离，称为联合最小平方欧式距离；

得到满足所述独立最小平方欧式距离和所述联合最小平方欧式距离的所述 m 个 Polar 码子码中的输入比特，结合所述 m 个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系，得到所述待译码的 Polar 码的译码结果。

- 25 9、如权利要求 8 所述的方法，所述分别计算所述独立最小平方欧式距离的过程具体为

并行地计算所述独立最小平方欧式距离。

10、如权利要求 8 或 9 所述的方法，其中 m 为 2，或者 4，或者 8。

11、如权利要求 10 所述的方法，m 为 2 时，

所述接收与划分步骤具体包括：

接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，该待译码的 Polar 码用公式表示为

$$x_1^N = v_1^N \times \begin{bmatrix} F^{\otimes(n-1)} & 0 \\ F^{\otimes(n-1)} & F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix} \\ = \left[\left(v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N \right) F^{\otimes(n-1)} \quad v_{N/2+1}^N F^{\otimes(n-1)} \right], \text{ 将其划分为 2 个 Polar 码子码, 分别为第一 Polar}$$

5 码子码和第二 Polar 码子码，其对应的输入比特分别为 a_k 和 b_k ，用公式分别表示为

$$a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N, \quad b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N;$$

所述分别计算所述独立最小平方欧式距离的过程具体为：

对第一 Polar 码子码中与第二 Polar 码子码相互独立的输入比特 $a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$ ，计算得到第一独立最小平方欧式距离 $E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = \min_{a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} D_1^{N/2}$ ；对第二 Polar 码子码中

10 与第一 Polar 码子码相互独立的的输入比特 $b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$ ，计算得到第二独立最小平方欧式距离 $E_b(b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}) = \min_{b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}} D_{N/2+1}^N$ ；

所述得到联合最小平方欧式距离的过程具体为：

合并所述第一独立最小平方欧式距离和所述第二独立最小平方欧式距离 E_a, E_b 得到 $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_a(a_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) + E_b(b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$ ；搜索得到第一联合最小平方欧

15 式距离，用公式表示为 $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$ ；

所述结果输出的过程具体为：

得到满足所述第一联合最小平方欧式距离的第一 Polar 码子码和第二 Polar 码子码中相互耦合的的输入比特 $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$ ，用公式表示为 $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$ ；得

到满足所述第一独立最小平方欧式距离 E_a 和所述第二独立最小平方欧式距离 E_b 的第一

20 Polar 码子码和第二 Polar 码子码中相互独立的输入比特 $a_k, b_k, k \in \Omega_{11}^{(1)}$ ；再通过所述 2

个 Polar 码子码与所述待译码的 Polar 码的关系 $b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N$ 和 $a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N$ 计算得到所述待译码的 Polar 码的译码的结果 $v_1^{N/2}$ 和 $v_{N/2+1}^N$ 。

12、如权利要求 10 所述的方法，m 为 4 时，

所述接收与划分步骤具体包括：

25 接收长度为 N 的待译码的 Polar 码，将所述待译码的 Polar 码划分为相互耦合的 4

个 Polar 码子码, 其中每个 Polar 码子码的长度为 $N/4$, N 为 2 的整数幂且 $N \geq 4$; 其中,

$$x_1^N = v_1^N \times \begin{bmatrix} F^{\otimes(n-1)} & 0 \\ F^{\otimes(n-1)} & F^{\otimes(n-1)} \end{bmatrix}$$

所述待译码的 Polar 码用公式表示为 $\left[\left(v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N \right) F^{\otimes(n-1)} \quad v_{N/2+1}^N F^{\otimes(n-1)} \right]$, 所述划分的过程具体为先将所述待译码的 Polar 码划分为 2 个 Polar 码子码, 即第一 Polar 码子码和

第二 Polar 码子码, 其对应的输入比特分别为 a_k 和 b_k , 用公式分别表示为

$$a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N, \quad b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N; \text{ 再由第一 Polar 码子码划分得到第三 Polar 码子码和}$$

第四 Polar 码子码, 由第二 Polar 码子码划分得到第五 Polar 码子码和第六 Polar 码子码; 前述第三 Polar 码子码, 第四 Polar 码子码, 第五 Polar 码子码, 和, 第六 Polar

码子码的输入比特分别为 c_k , 用公式表示为 $c_k = a_k \oplus a_{k+N/4}$; d_k , 用公式表示为

$d_k = a_{k+N/4}$; e_k , 用公式表示为 $e_k = b_k \oplus b_{k+N/4}$, 和 f_k , 其中 $f_k = b_{k+N/4}$, $1 \leq k \leq N/4$; 且

$$a_1^{N/2} = v_1^{N/2} \oplus v_{N/2+1}^N, \quad b_1^{N/2} = v_{N/2+1}^N;$$

所述分别计算所述独立最小平方欧式距离的过程具体为:

对所述第三 Polar 码子码, 第四 Polar 码子码, 第五 Polar 码子码, 和, 第六 Polar 码子码中相互独立的输入比特分别计算所述独立最小平方欧式距离, 得到第一独立最小

平方欧式距离 $E_c = \min_{c_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_1^{N/4}$, 第二独立最小平方欧式距离 $E_d = \min_{d_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/4+1}^{N/2}$, 第三独

立最小平方欧式距离 $E_e = \min_{e_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{N/2+1}^{3N/4}$, 和第四独立最小平方欧式距离

$E_f = \min_{f_k, k \in \Omega_{11}^{(2)}} D_{3N/4+1}^N$; 其中, 索引集合 $\Omega_{11}^{(2)}$ 表示满足 $k \in \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引,

索引集合 $\Omega_{11}^{(1)}$ 表示 v_k 是信息比特且 $v_{k+N/2}$ 是信息比特, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

所述得到联合最小平方欧式距离的过程具体为:

计算得到第三 Polar 码子码和第四 Polar 码子码的平方欧式距离的和, 用公式表示为

$E_{sum1} = E_c + E_d$, 针对第三 Polar 码子码和第四 Polar 码子码相互耦合的输入比特, 搜索得

到第一联合最小平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum2} = \min_{a_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum1}$; 其中 $\Omega_{01}^{(2)}$ 表示满足:

$k \notin \Omega_{11}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{11}^{(1)}$ 的所有索引, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

计算得到第五 Polar 码子码和第六 Polar 码子码的平方欧式距离的和, 用公式表示为

$E_{sum3} = E_e + E_f$; 针对第五 Polar 码子码和第六 Polar 码子码中相互耦合的输入比特, 搜

索得到第二联合最小平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum4} = \min_{b_k, k \in \Omega_{01}^{(2)}} E_{sum3}$; 其中 $\Omega_{01}^{(2)}$ 表示

满足: $k \notin \Omega_{01}^{(1)}$ 且 $k + N/4 \in \Omega_{01}^{(1)}$ 的所有索引, 这里 $1 \leq k \leq N/4$;

针对所有的Polar码子码相互耦合的输入比特, 计算总的平方欧式距离, 用公式表示为 $E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}) = E_{sum2} + E_{sum4}$; 搜索得到第三联合最小平方欧式距离

5 $\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$, 其中索引集合 $\Omega_{01}^{(1)}$ 表示, v_k 是frozen 比特, 且 $v_{k+N/2}$ 是信息比特;

所述结果输出模块, 用于得到满足所述第三联合最小平方欧式距离

$\min_{a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}} E_{sum}(a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)})$ 的输入比特 $a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$; 将所述输入比特

$a_k = b_k, k \in \Omega_{01}^{(1)}$ 分别代入所述第一联合最小平方欧式距离 E_{sum2} 和所述第二联合最小平

10 方欧式距离 E_{sum4} 得到其它输入比特; 得到所有的输入比特 c_k , d_k , e_k 和 f_k 后, 通过所

述4个Polar码子码与所述待译码的Polar码的关系
$$\begin{cases} v_k = c_k \oplus d_k \oplus e_k \oplus f_k \\ v_{k+N/4} = d_k \oplus f_k \\ v_{k+N/2} = e_k \oplus f_k \\ v_{k+3N/4} = f_k \end{cases} \quad \text{得到所述待}$$

译码的Polar码中的输入比特 v_1^N 。

13、如权利要求 8-12 任一所述的方法, 在所述接收与划分步骤之前还包括:

将长度为 S 的 Polar 码分为 N 个长度为 S/N 的 Polar 码子码, 分别进行 SC 译码后得

15 到 N 个 SC 译码结果;

以便于将所述 N 个 SC 译码结果中的所有输入比特作为长度为 N 的所述待译码的 Polar 码, 完成权利要求 10-14 任一中的步骤;

以及,

根据所述所有的输入比特得到所述长度为S的Polar码的译码结果。

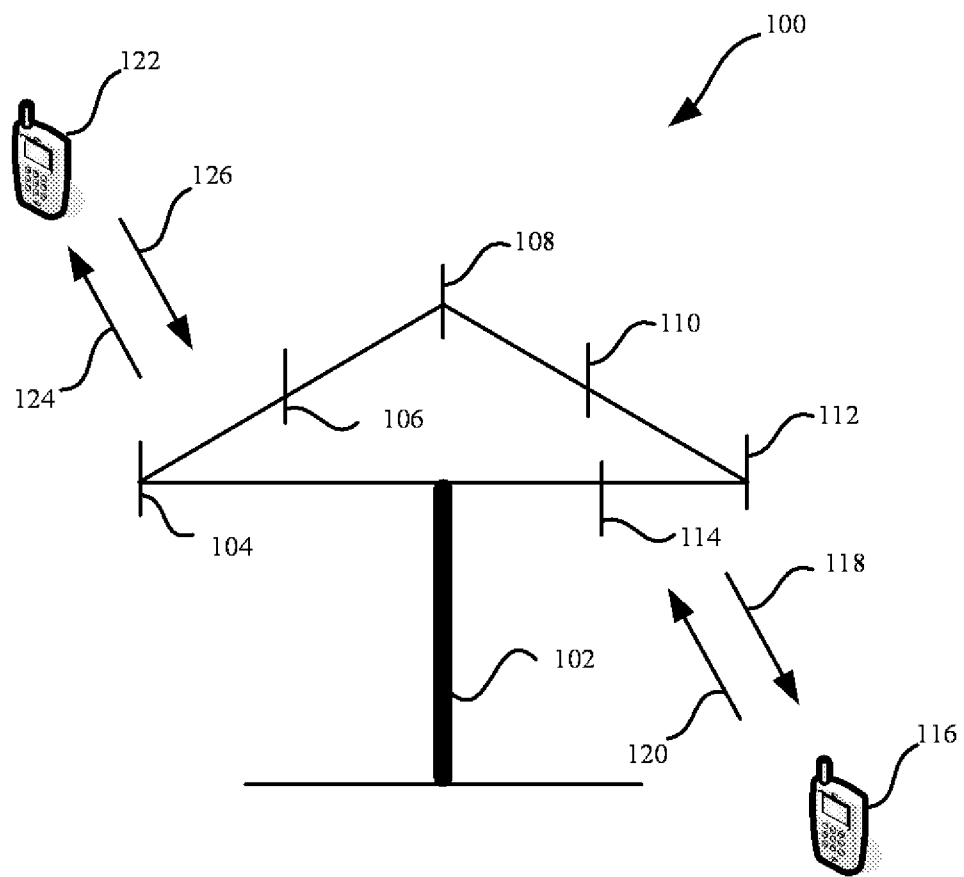


图 1

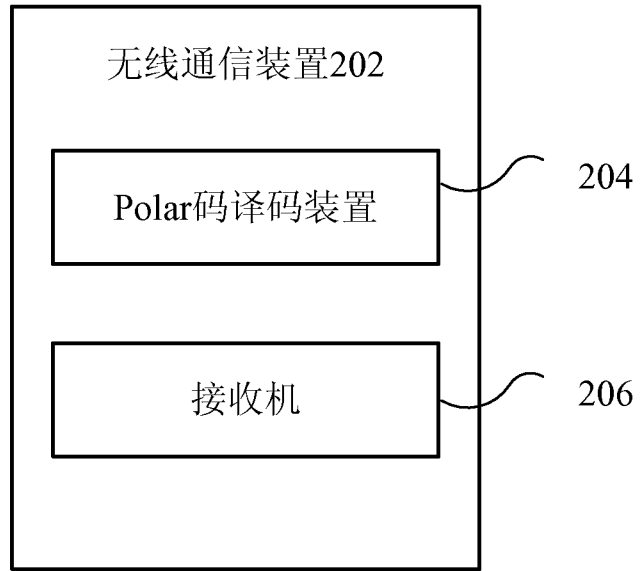
200

图 2

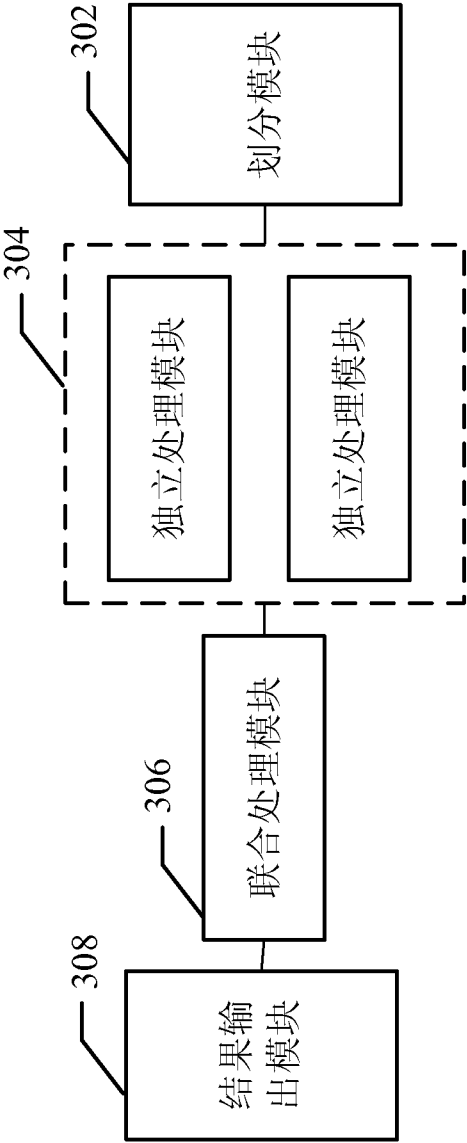


图 3

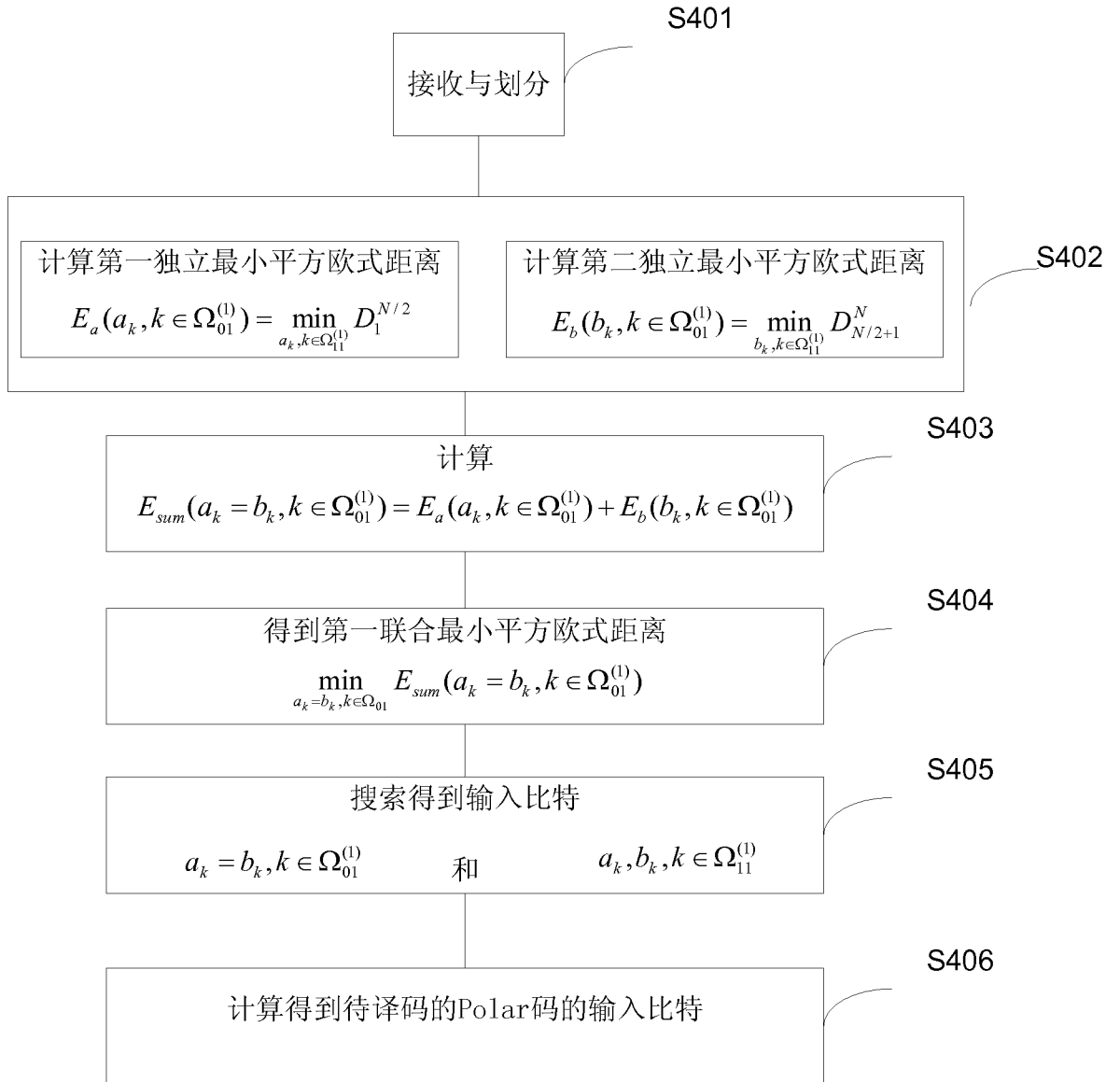


图 4

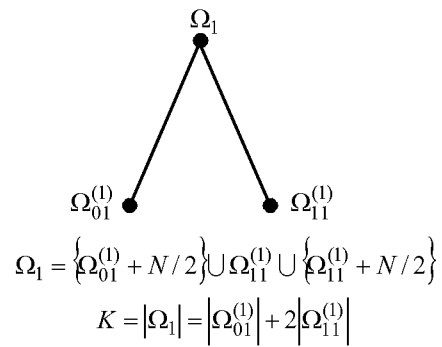


图 5

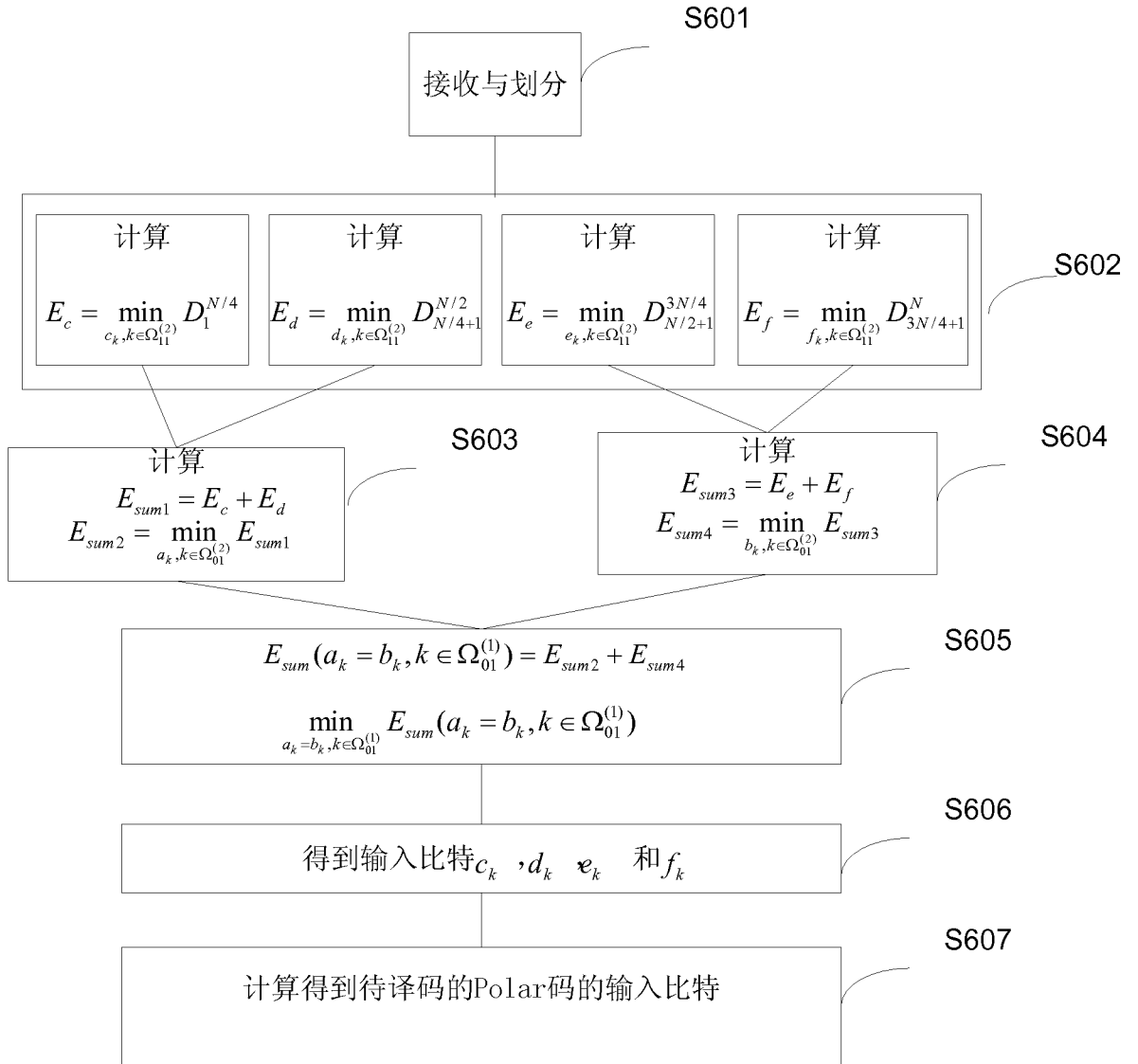


图 6

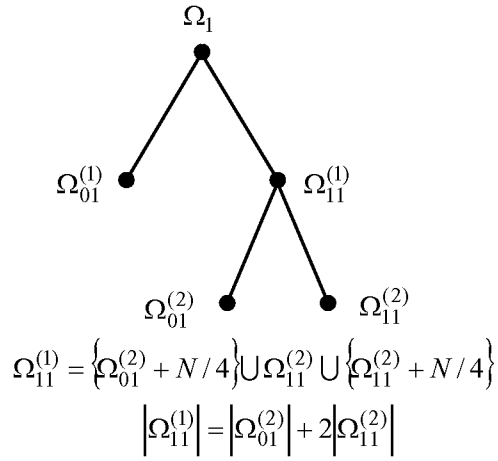


图 7

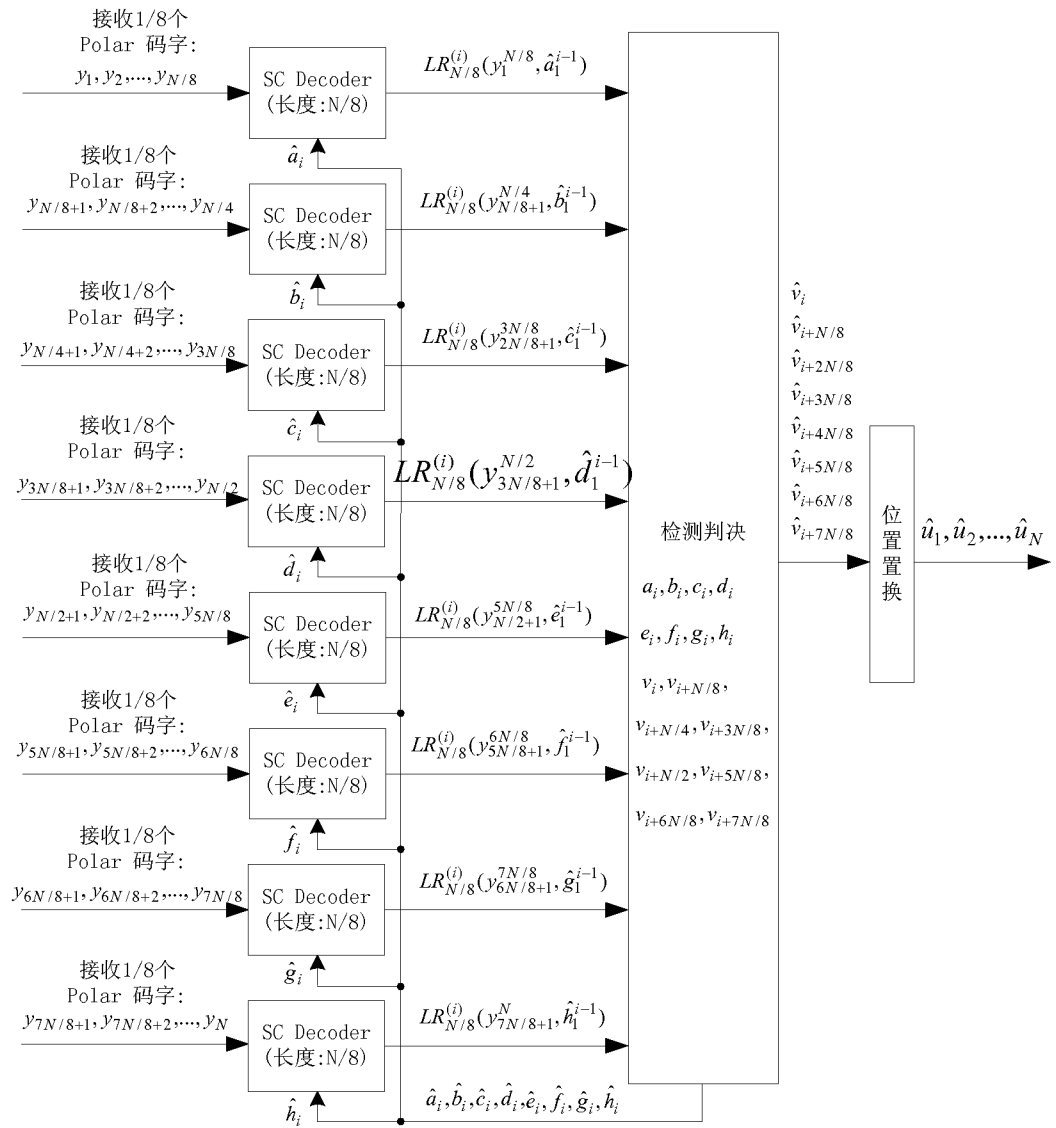


图 8

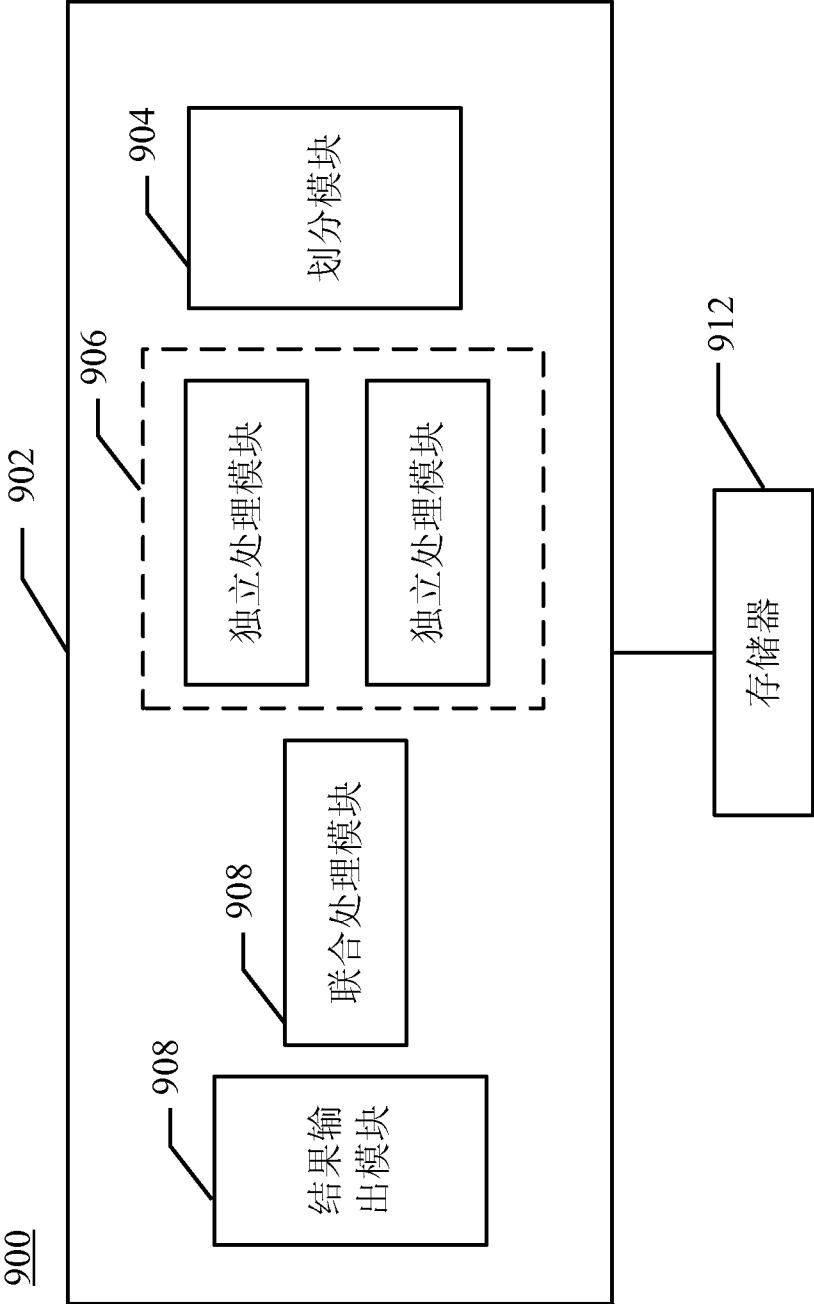


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/090285

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M 13/00 (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)

H03M, G06F, H04L

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

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

WPI; EPODOC; CNPAT; CNKI; IEEE: polar, polar code, divide, minimum square euclidean distance, code, separate, decode, coupling, independence, combine, associate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103368583 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 23 October 2013 (23.10.2013), the whole document	1-13
A	CN 103220001 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 24 July 2013 (24.07.2013), the whole document	1-13
A	US 8347186 B1 (ARIKAN, E.), 01 January 2013 (01.01.2013), the whole document	1-13

☐ 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 03 September 2014 (03.09.2014)	Date of mailing of the international search report 29 September 2014 (29.09.2014)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer JU, Bo Telephone No.: (86-10) 62413661

International application No.
PCT/CN2013/090285

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

A. 主题的分类		
H03M 13/00(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)		
H03M, G06F, H04L		
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))		
WPI;EPODOC;CNPAT;CNKI;IEEE:polar, 码, 极性码, 划分, 译码, 耦合, 独立, 最小平方欧式距离, 联合, code, separate, decode, coupling, independence, combine, associate		
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
A	CN 103368583 A (华为技术有限公司) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文	1-13
A	CN 103220001 A (华为技术有限公司) 2013年 7月 24日 (2013 - 07 - 24) 全文	1-13
A	US 8347186 B1 (ARIKAN, ERDAL) 2013年 1月 01日 (2013 - 01 - 01) 全文	1-13
☐ 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
2014年 9月 03日		2014年 9月 29日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国		鞠博
传真号 (86-10)62019451		电话号码 (86-10)62413661

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2013/090285

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	103368583	A	2013年 10月 23日	WO	2013152605	A1	2013年 10月 17日
CN	103220001	A	2013年 7月 24日	WO	2013107140	A1	2013年 7月 25日
US	8347186	B1	2013年 1月 01日	US	2013283116	A1	2013年 10月 24日