

(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
2011 年 1 月 6 日 (06.01.2011)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2011/000176 A1

- (51) 国际专利分类号:
H03M 13/03 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/073148
- (22) 国际申请日: 2009 年 8 月 7 日 (07.08.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
61/222,468 2009 年 7 月 1 日 (01.07.2009) US
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 慧帝科技(深圳)有限公司 (SILICOM MOTION, INC.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区车公庙福田天安科技创

业园 B901、B902、B903, Guangdong 518000 (CN)。慧荣科技股份有限公司 (SILICON MOTION, INC.) [CN/CN]; 中国台湾省新竹县竹北市台元街 36 号 8 楼之 1, Taiwan 302 (CN)。芯光飞株式会社 (FCI INC.) [KR/KR]; 韩国京畿道城南市盆唐区亭子洞金丝塔 25-1,11 楼, Kyunggi-Do 463-811 (KR)。

- (72) 发明人; 及
(75) 发明人/申请人 (仅对美国): 杨宗杰 (YANG, Tsung Chieh) [CN/CN]; 中国台湾省新竹市东区安康街 7 巷 14 号 4 楼, Taiwan 300 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 (SHENZHEN STANDARD PATENT & TRADE-MARK AGENT LTD.); 中国广东省深圳市福田区

[见续页]

(54) Title: CODING AND DECODING METHOD AND CODEC OF ERROR CORRECTION CODE

(54) 发明名称: 错误修正码的编码及解码方法以及编码解码器

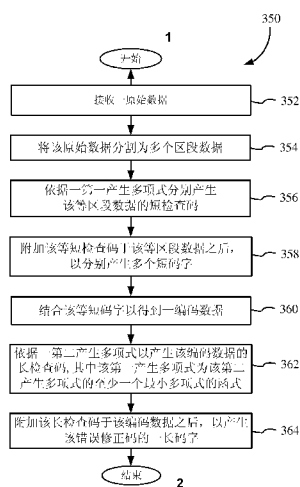


图 3B/Fig.3B

1 START
2 END
352 RECEIVING ORIGINAL DATA
354 DIVIDING THE ORIGINAL DATA INTO A PLURALITY OF BLOCKS OF DATA
356 GENERATING SHORT PARITIES OF THE BLOCKS OF DATA ACCORDING TO A FIRST GENERATOR POLYNOMIAL, RESPECTIVELY
358 ATTACHING THE SHORT PARITIES TO THE BLOCKS OF DATA FROM BEHIND TO RESPECTIVELY GENERATE A PLURALITY OF SHORT CODE WORDS
360 COMBINING THE SHORT CODE WORDS TO OBTAIN CODED DATA
362 GENERATING A LONG PARITY OF THE CODED DATA ACCORDING TO A SECOND GENERATOR POLYNOMIAL, WHEREIN THE FIRST GENERATOR POLYNOMIAL IS A FUNCTION OF AT LEAST ONE MINIMAL POLYNOMIALS OF THE SECOND GENERATOR POLYNOMIAL
364 ATTACHING THE LONG PARITY TO THE CODED DATA FROM BEHIND TO GENERATE A LONG CODE WORD OF THE ERROR CORRECTION CODE

(57) Abstract: A coding and decoding method and a codec of an error correction code are provided. The method comprises the following steps: receiving original data; dividing the original data into a plurality of blocks of data; generating short parities of the blocks of data according to a first generator polynomial, respectively; attaching the short parities to the blocks of data from behind to respectively generate a plurality of short code words; combining the short code words to obtain coded data; generating a long parity of the coded data according to a second generator polynomial, wherein the first generator polynomial is a function of at least one minimal polynomials of the second generator polynomial; attaching the long parity to the coded data from behind to generate a long code word of the error correction code. The method reduces the time for correcting error codes, thus improving the efficiency of the decoder.

[见续页]

WO 2011/000176 A1



深南大道 1056 号银座国际大厦 810-815 室, Guangdong 518040 (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, 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, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (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, 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))。

(57) 摘要:

提供一种错误修正码的编码及解码方法以及编码解码器。该方法包括以下步骤: 接收原始数据; 将该原始数据分割为多个区段数据; 依据第一产生多项式分别产生该区段数据的短检查码; 附加该短检查码于该区段数据之后, 以分别产生多个短码字; 结合该短码字以得到编码数据; 依据第二产生多项式以产生该编码数据的长检查码, 其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的函数; 附加该长检查码于该编码数据之后, 以产生该错误修正码的长码字。该方法减少了修正错误码的时间, 从而增进了解码器的效能。

错误修正码的编码及解码方法以及编码解码器

技术领域

本发明涉及数据通信技术领域，更具体地说，涉及一种错误修正码的编码及解码方法以及编码解码器。

背景技术

错误修正码(error correction code)用于修正数据的错误。通信系统所传输的数据于传输端传送前经常事先被编码为错误修正码（包含数据讯息及检查码）。当接收端收到错误修正码数据时，即使数据于传输过程中遭受损毁而产生随机错误，亦可藉解码错误修正码而回复正确的数据。同样的，数据储存系统亦经常在储存数据前将所储存的数据编码为错误修正码。当数据于储存过程中遭受损毁而产生随机错误时，亦可藉解码错误修正码而回复正确的数据。常见的错误修正码如 BCH 码(Bose, Ray-Chaudhuri, and Hocquenghem code)及 RS 码(Reed-Solomon code)。BCH 码常用于闪存数据的储存，而 RS 码常用于光盘数据的储存。

当数据储存系统欲取出其所储存的数据时，所取出的为编码后的错误修正码，因此在数据使用前必须先解码错误修正码，以还原为原始数据。图 1 为错误修正码的习知解码方法 100 的流程图。首先，解码器接收一错误修正码(步骤 102)。接着，解码器依据该错误修正码的检查码（parity）计算多个症状码(syndrome)(步骤 104)。接着，解码器检查是否该等症状码皆为零(步骤 106)。若该等症状码为零，表示错误修正码没有发生错误，因此不需进一步的修正。反之，若该等症状码有其中之一不为零，表示错误修正码有错误发生，因此必须对错误修正码进行修正。首先，解码器依据该等症状码计算一错误多项式(error-location polynomial)的多个系数(步骤 108)。接着，解码器执行一秦氏搜寻(Chien search)以找出该错误多项式的根(步骤 110)。由于该错误多项式的根指示错误修正码中发生错误的位的位置，因此解码器便可依据该错误多项式的

根修正该错误修正码(步骤 112), 而得到无错误的错误修正码, 亦即得到正确的数据。

然而, 当解码器于步骤 108 计算错误多项式的系数时, 会耗费许多时间。同样的, 当解码器于步骤 110 进行秦氏搜寻以找出错误多项式的根时, 亦会耗费许多时间。于习知的解码方法 100 中, 只要错误修正码的多个症状码其中之一不为零便表示有错误发生, 因此必须执行步骤 108 与步骤 110 以便修正错误, 也因而造成系统的解码时间的延迟。于错误修正码的多个症状码不为零时, 若能在部分情况中以其它方式修正错误修正码, 进而避免于步骤 108 中计算错误多项式的系数以及于步骤 110 中进行秦氏搜寻以找出错误多项式的根, 则可大大的减少所需的解码时间, 而增进解码器的效能。因此, 需要一种可减少错误修正码的解码时间的编码及解码方法。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于针对现有技术的上述缺陷, 提供一种错误修正码的编码及解码方法以及编码解码器。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案之一是: 构造一种错误修正码的编码及解码方法, 其包括下列步骤: 接收一原始数据; 将该原始数据分割为多个区段数据; 依据一第一产生多项式(generator polynomial)分别产生该等区段数据之短检查码(short parity); 附加该等短检查码于该等区段数据之后, 以分别产生多个短码字(short codeword); 结合该等短码字以得到一编码数据; 依据一第二产生多项式(generator polynomial)以产生该编码数据之长检查码(long parity), 其中该第一产生多项式为该第二产生多项式之至少一个最小多项式(minimum polynomial)的函式; 附加该长检查码于该编码数据之后, 以产生该错误修正码之一长码字(long codeword)。

本发明所述的错误修正码的编码及解码方法, 其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的最小公倍式。

本发明所述的错误修正码的编码及解码方法, 更包括储存该长码字于一储存媒体中。

本发明所述的错误修正码的编码及解码方法，更包括：

自一储存媒体读出该长码字；自该长码字取出其所包含的该等短码字；依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的多个短症状码；检查是否该等短症状码皆为零；以及当该等短症状码其中的一至数个非零短症状码不为零时，利用该等非零短症状码更正对应的该等短码字。

本发明所述的错误修正码的编码及解码方法，更包括：

当该等短症状码计算完毕后，依据该长码字的该长检查码计算该长码字的一长症状码；检查是否该长症状码为零；当该长症状码不为零时，检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字；以及当该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字时，利用该等非零短症状码更正该长症状码，以得一更正后长症状码。

本发明所述的错误修正码的编码及解码方法，更包括：

当该长症状码不为零，且该等非零短症状码的部分无法正确更正对应的该等短码字时，利用该长症状码对无法正确更正的该等短码字进行修正。

本发明所述的错误修正码的编码及解码方法，其中该长码字及该等短码字为 BCH 码或 RS 码。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案之二是：构造一种错误修正码的编码解码器，其包括一错误修正码编码器以及一错误修正码解码器；该错误修正码编码器接收一原始数据，将该原始数据分割为多个区段数据，产生该等区段数据之短检查码(short parity)，附加该等短检查码于该等区段数据之后以分别产生多个短码字(short codeword)，结合该等短码字以得到一编码数据，产生该编码数据之长检查码(long parity)，以及附加该长检查码于该编码数据之后以产生一长码字(long codeword)，以供储存于一储存媒体；该错误修正码解码器自该储存媒体读出该长码字，自该长码字取出其所包含的该等短码字，依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的多个短症状码(short syndrome)，检查是否该等短症状码皆为零，以及当该等短症状码其中之一至数个非零短症状码不为零时，利用该等非零短症状码更正对应之该等短码字。

本发明所述的错误修正码的编码解码器，其中该错误修正码编码器依据

一第一产生多项式以产生该等区段数据的该等短检查码，并依据一第二产生多项式以产生该编码数据的该长检查码，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的函式。

本发明所述的错误修正码的编码解码器，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的最小公倍式。

本发明所述的错误修正码的编码解码器，其中该错误修正码编码器包括：

一短码字编码器，依据该第一产生多项式以产生该等区段数据的该等短检查码；一第一添附器，附加该等短检查码于该等区段数据之后以分别产生该等短码字；一长码字编码器，结合该等短码字以得到该编码数据，并依据该第二产生多项式以产生该编码数据的该长检查码；以及一第二添附器，附加该长检查码于该编码数据之后以产生该长码字。

本发明所述的错误修正码的编码解码器，其中当该等短症状码计算完毕后，该错误修正码解码器依据该长码字的该长检查码计算该长码字的一长症状码，检查是否该长症状码为零，当该长症状码不为零时检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字，当该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字时，利用该等非零短症状码更正该长症状码以得一更正后长症状码。

本发明所述的错误修正码的编码解码器，其中当该长症状码不为零，且该等非零短症状码的部分无法正确更正对应的该等短码字时，该错误修正码解码器利用该长症状码对无法正确更正的该等短码字进行修正。

本发明所述的错误修正码的编码解码器，其中该错误修正码解码器包括：

一症状码计算模块，依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的该等短症状码，并依据该长码字的该长检查码计算该长码字的该等长症状码；

一控制电路，检查是否该等短症状码皆为零，当该等短症状码其中的该等非零短症状码不为零时利用该等非零短症状码更正对应的该等短码字，检查是否该长症状码为零，当该长症状码不为零时检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字，以及当该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字时利用该等非零短症状码更正该长症状码。

本发明所述的错误修正码的编码解码器，其中该长码字及该等短码字为 BCH 码或 RS 码。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案之三是：构造一种错误修正码的解码方法，其包括下列步骤：接收该错误修正码之一长码字(long codeword)，其中该长码字包括多个短码字(short codeword)及一长检查码(long parity)，每一该等短码字均包括一短检查码(short parity)；自该长码字取出其所包含的该等短码字；依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的多个短症状码(short syndrome)；检查是否该等短症状码皆为零；当该等短症状码其中之一至数个非零短症状码不为零时，利用该等非零短症状码更正对应之该等短码字；当该等短症状码计算完毕后，依据该长码字的该长检查码计算该长码字的一长症状码(long syndrome)；检查是否该长症状码为零；当该长症状码不为零时，检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应之该等短码字；当该等非零短症状码均可正确更正对应之该等短码字时，利用该等非零短症状码更正该长症状码，以得一更正后长症状码。

本发明所述的错误修正码的解码方法，更包括：

当该长症状码不为零，且该等非零短症状码的部分无法正确更正对应的该等短码字时，利用该长症状码对无法正确更正的该等短码字进行修正。

本发明所述的错误修正码的解码方法，其中该等短码字的该等短检查码依据一第一产生多项式所产生，该长码字的该长检查码依据一第二产生多项式所产生，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的函式。

本发明所述的错误修正码的解码方法，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的最小公倍式。

本发明所述的错误修正码的解码方法，其中该长码字及该等短码字为 BCH 码或 RS 码。

实施本发明的技术方案，具有以下有益效果：减少了错误修正码的解码时间，降低了误判的机率，增进了解码器的效能。

附图说明

下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明，附图中：

图 1 是错误修正码的习知解码方法的流程图；

图 2 是本发明的数据储存系统的区块图；

图 3A 是本发明的错误修正码编码器的区块图；

图 3B 是本发明的错误修正码的编码方法的流程图；

图 4 是本发明所产生的一长码字的示意图；

图 5 是本发明的编码器的电路图，该编码器可为图 3A 的短码字编码器或长码字编码器；

图 6 是本发明的错误修正码解码器的区块图；

图 7 是本发明的症状码计算模块的电路图；

图 8 是本发明的错误修正码的解码方法的流程图。

图中，202 是主机；204 是数据储存装置；212 是控制器；214 是储存媒体；222 是错误修正码编码器；224 是错误修正码解码器；300 是错误修正码编码器；302 是短码字编码器；304 是第一添附器；306 是长码字编码器；308 是第二添附器； C_L 是长码字； C_{S1} 、 C_{S2} 、...、 C_{SN} 是短码字； D_1 、 D_2 、...、 D_N 是区段数据； PS_1 、 PS_2 、...、 PS_N 是短检查码； P_L 是长检查码；500 是短码字编码器或长码字编码器；530, 511-51N 是缓冲器；501-50N 是加法器；521-52N 是乘法器；600 是错误修正码解码器；602 是症状码计算模块；604 是错误多项式计算模块；606 是秦氏搜寻模块；608 是控制电路；700 是症状码计算模块；701、702、...、70K 是症状码产生器；731-73K 是加法器；721-72K 是乘法器；711-71K 是缓冲器。

具体实施方式

图 2 是本发明的数据储存系统 200 的区块图。于一实施例中，数据储存系统 200 包括一主机 202 以及一数据储存装置 204。该数据储存装置 204 包括一控制器 212 及一储存媒体 214。于一实施例中，控制器 212 包括一错误修正

码编码器 222 以及一错误修正码解码器 224。当主机 202 欲储存数据 D_1 入数据储存装置 204 时, 控制器 212 的错误修正码编码器 222 先将数据 D_1 编码为错误修正码 C_1 , 控制器 212 再将错误修正码 C_1 储存于储存媒体 214。当主机 202 自数据储存装置 204 读取数据 D_2 时, 控制器 212 先自储存媒体 214 读取包含数据 D_2 的错误修正码 C_2 , 再由控制器 212 的错误修正码解码器 224 将错误修正码 C_2 解码为数据 D_2 , 最后控制器 212 再将数据 D_2 传送至主机 202。于一实施例中, 数据储存装置 204 为一记忆卡, 储存媒体 214 为一闪存, 而错误修正码 C_1 与 C_2 为 BCH 码。于另一实施例中, 数据储存装置 204 为一光驱, 储存媒体 214 为一光盘片, 而错误修正码 C_1 与 C_2 为 RS 码。请注意, 储存装置与错误修正码的类型并非本发明的限制, 熟悉此项技艺者在本发明的实施例的教导下当可将其应用至任何类型的储存装置与错误修正码。

图 3A 是本发明的错误修正码编码器 300 的区块图。于一实施例中, 错误修正码编码器 300 包括短码字编码器 302、第一添附器 304、长码字编码器 306、以及第二添附器 308。图 3B 是本发明的错误修正码的编码方法 350 的流程图。图 3A 的错误修正码编码器 300 依据图 3B 的编码方法 350 将原始数据 D 编码为错误修正码的一长码字 C_L 。首先, 错误修正码编码器 300 接收一原始数据 D (步骤 352)。接着, 错误修正码编码器 300 将该原始数据 D 分割为多个区段数据 (步骤 354)。当短码字编码器 302 收到该等区段数据后, 短码字编码器 302 接着依据一第一产生多项式(generator polynomial)依序产生该等区段数据的短检查码(short parity) P_s (步骤 356)。

接着, 第一添附器 304 附加该等短检查码 P_s 于该等区段数据之后, 以分别产生多个短码字(short codeword) C_s (步骤 358)。长码字编码器 306 接着结合该等短码字 P_s 以得到一编码数据 (步骤 360), 并依据一第二产生多项式(generator polynomial)以产生该编码数据的长检查码(long parity) P_L (步骤 362)。最后, 第二添附器 308 附加该长检查码 P_L 于该编码数据之后, 以产生该错误修正码的一长码字(long codeword) C_L (步骤 364)。其中, 短码字编码器 302 的第一产生多项式为长码字编码器 306 的第二产生多项式的至少一个最小多项式(minimum polynomial)的函式。于一实施例中, 该第一产生多项式为该第二

产生多项式的至少一个最小多项式的最小公倍式(least common multiple, LCM)。举例来说, 假设长码字编码器 306 对应的第二产生多项式 $g(x)$ 为多个最小多项式 $\psi_1(x)$ 、 $\psi_2(x)$ 、...、 $\psi_k(x)$ 的最小公倍式 $\{\psi_1(x) \times \psi_2(x) \times \dots \times \psi_k(x)\}$ 。于一实施例中, 短码字编码器 302 对应的第一产生多项式 $g'(x)$ 为最小多项式 $\psi_1(x)$ 。于另一实施例中, 短码字编码器 302 对应的第一产生多项式 $g'(x)$ 为最小多项式 $\psi_1(x)$ 与 $\psi_2(x)$ 的最小公倍式 $[\psi_1(x) \times \psi_2(x)]$ 。

图 4 是本发明所产生的一长码字 C_L 的示意图。长码字 C_L 由 N 个短码字 C_{S1} 、 C_{S2} 、...、 C_{SN} 及一个长检查码 P_L 所组成。每一个短码字 C_{S1} 、 C_{S2} 、...、 C_{SN} 包括一区段数据及一短检查码。举例来说, 短码字 C_{S1} 由检查码 P_{S1} 接续于相对应的区段数据 D_1 之后而形成, 短码字 C_{S2} 由检查码 P_{S2} 接续于相对应的区段数据 D_2 之后而形成, 而短码字 C_{SN} 由检查码 P_{SN} 接续于相对应的区段数据 D_N 之后而形成。原始数据被切割为多个区段数据 D_1 、 D_2 、...、 D_N , 而原始数据在经由图 3A 的错误修正码编码器 300 编码后形成图 4 的长码字 C_L 。

图 5 是本发明的编码器 500 的电路图, 该编码器 500 可为图 3A 中的短码字编码器 302 或长码字编码器 306。假设编码器 500 依据一产生多项式 $g(x)$ 将数据 D_A 转换为检查码 P , 而产生多项式 $g(x)$ 的一次项系数为 g_1 、二次项系数为 g_2 、...、 N 次项系数为 g_N 。编码器 500 包括加法器 540、乘法器 521~52N、加法器 501~50N、以及缓冲器 511~51N 及 530。首先, 数据 D_A 的位依次被送至加法器 540。加法器 540 依次将数据 D_A 的位与缓冲器 51N 储存的数据位 D_{DN} 相加而得到数据 D_B 。乘法器 521、522、...、52N 接着分别将数据 D_B 与产生多项式 $g(x)$ 的系数 g_1 、 g_2 、...、 g_N 相乘而分别得到数据 D_{C1} 、 D_{C2} 、...、 D_{CN} 。数据 D_B 在经过缓冲器 530 的储存后, 依次由加法器 501、502、...、50N 分别与数据 D_{C1} 、 D_{C2} 、...、 D_{CN} 相加, 而得到数据 D_{DN} 。最后, 缓冲器 51N 储存数据 D_{DN} 后, 将数据 D_{DN} 输出为检查码 P 。

图 6 是本发明的错误修正码解码器 600 的区块图。于一实施例中, 错误修正码解码器 600 包括症状码计算模块 602、错误多项式计算模块 604、秦氏搜寻模块 606、以及控制电路 608。当错误修正码解码器 600 收到错误修正码的一长码字时, 错误修正码解码器 600 自该长码字取出其所包含的多个短码

字。首先, 症状码计算模块 602 依据该等短码字的短检查码计算该等短码字的多个短症状码(short syndrome) $S_{1a}, S_{1b}, \dots, S_{1N}$, 并依据该长码字的该长检查码计算该长码字的多个长症状码(long syndrome) $S_1, S_2, \dots, S_K$ 。错误多项式计算模块 604 用以依据长码字的长症状码 $S_1, S_2, \dots, S_K$ 计算该长码字的错误多项式(error location polynomial)的系数。秦氏搜寻模块 606 用以找出该错误多项式的多个根, 以供修正错误修正码的长码字。此外, 当短码字的短症状码 $S_{1a}, S_{1b}, \dots, S_{1N}$ 不为 0 时, 错误多项式计算模块 604 亦会依据不为零的短症状码计算短码字的错误多项式, 并由秦氏搜寻模块 606 进行秦氏搜寻找出短码字的错误多项式的根, 以立即更正短码字发生的错误。与图 1 的习知方法 100 类似, 控制电路 608 检查长症状码 $S_1, S_2, \dots, S_K$ 是否为零, 并于该等长症状码 $S_1, S_2, \dots, S_K$ 皆为零时停止错误多项式计算模块 604 对错误多项式的系数的计算, 并停止该秦氏搜寻模块 606 对错误多项式的根的搜寻。然而, 控制电路 608 尚有其它功能, 可减少解码长码字所需的时间, 而提升错误修正码解码器 600 的效能。此部分功能将以图 8 说明。

于一实施例中, 由于用以编码短码字的第一产生多项式是用以编码长码字的第二产生多项式的最小多项式的函式, 因此可利用同一组症状码计算模块 602 计算长码字的症状码与短码字的症状码。图 7 是本发明的症状码计算模块 700 的电路图。症状码计算模块 700 包括多个症状码产生器 701、702、...、70K, 该等症状码产生器 701、702、...、70K 分别产生长症状码的长症状码 $S_1, S_2, \dots, S_K$ 。症状码产生器 701 亦产生多个短码字的短症状码 $S_{1a}, S_{1b}, \dots, S_{1N}$ 。于一实施例中, 长码字的数据位 D 被依次递送至症状码产生器 702、...、70K, 当长码字的数据位 D 被处理完毕, 症状码产生器 702、...、70K 便产生长码字的长症状码 $S_2, \dots, S_K$ 。同时, 短码字的数据位 D 亦依序被递送至症状码产生器 701。每当一短码字的数据位 D 被处理完毕, 症状码产生器 701 便产生该短码字相应的一短症状码。例如, 当区段数据 D_1 与短检查码 P_{S1} 被输入至症状码产生器 701 时, 症状码产生器 701 便产生短码字 C_{S1} 的短症状码; 当区段数据 D_2 与短检查码 P_{S2} 被输入至症状码产生器 701 时, 症状码产生器 701 便产生短码字 C_{S2} 的短症状码。由于长码字由多个短码字所组成, 当症状码产生器 701

将长码字所包括的多个短码字的数据位 D 均处理完毕, 症状码产生器 701 便产生长码字的长症状码 S_1 。

图 7 中的每一症状码产生器 701、702、...、70K 包括一加法器、一乘法器、以及一缓冲器。举例来说, 于第一症状码产生器 701 中, 缓冲器 711 储存数据 D_1 并将其输出。加法器 731 将长码字的数据位 D 与缓冲器 711 输出的数据 D_1 相加后得到一第一症状码 S_1 。乘法器 721 将系数 α 与症状码 S_1 相乘后得到数据 D_1 , 而新得到的数据 D_1 再被送至缓冲器 711 中储存。症状码产生器 701 的系数 α 为长码字编码器的产生多项式与短码字编码器的产生多项式的共同根, 而其它症状码产生器 702、...、70K 的系数分别为 α^2 、...、 α^K 。而 α 、 α^2 、...、 α^K 为长码字编码器的产生多项式的根。

图 8 是本发明的错误修正码的解码方法 800 的流程图。图 6 的错误修正码解码器 600 依据方法 800 进行错误修正码的解码。首先, 错误修正码解码器 600 接收一长码字(步骤 802)。接着, 症状码计算模块 602 循序计算该长码字中一短码字的短症状码(步骤 804), 例如, 错误修正码解码器 600 首先对长码字 C_L 中第一个短码字 C_{S1} 进行计算。此时控制电路 608 检查是否计算得到的短症状码为零(步骤 806)。当短症状码为零时, 表示短码字正确无误, 因此症状码计算模块 602 继续计算该长码字中其它的短码字的短症状码(步骤 804), 例如, 接着计算第二个短码字 C_{S2} 、第三个短码字 C_{S3}直到该长码字中所有短码字均处理完毕为止(步骤 812)。当短症状码不为零时, 表示短码字有错误, 因此控制电路 608 利用非零短症状码更正该短码字并纪录更正结果(步骤 808), 再由症状码计算模块 602 继续计算该长码字中的短码字的短症状码(步骤 804), 直到该长码字中所有短码字均处理完毕为止(步骤 810)。

接着, 症状码计算模块 602 计算长码字的长症状码(步骤 814)。若长症状码为零(步骤 816), 表示长码字正确无误, 则该长码字的解码结束。若长症状码不为零(步骤 816), 表示长码字有错误。此时控制电路 608 继续检查是否所有非零短症状码均可正确更正短码字(步骤 818)。若所有非零短症状码均可正确更正短码字(步骤 818), 则控制电路 608 利用非零短症状码更正长症状码(步骤 820), 例如, 若第四短码字的 C_{S4} 的短症状码并非全为零, 则利用该非零短

症状码去更正非零长症状码中相对应的位置。若更正后长症状码为零(步骤 822), 表示该些错误已藉由短症状码更正成功, 则可将该些利用短码字更正的更正结果回复予主机, 无需再利用长症状码进行更正整个长码字, 可大幅节省时间。若更正后长症状码不为零(步骤 822), 或部分非零短症状码无法正确更正短码字(步骤 818), 则控制电路 608 利用原本的长症状码针对无法正确更正的短码字进行修正(步骤 824), 以得到正确的长码字, 而该长码字的解码结束。

若当所有短症状码为零时即认为该长码字正确无误, 可能会发生误判。因为短症状码的更正能力较低, 可能仅有一个或两个位的更正能力, 而当该短码字发生的错误超过该短症状码的更正能力时, 例如出现 8 个位的错误, 该短症状码亦可能被计算为零。因此需要利用更正能力较强的长症状码再度进行检验。长症状码的更正能力较高, 可能有 24 个位的更正能力。故若某短码字中出现 8 个位的错误, 仍可通过长症状码发现, 并进行后续更正。发生误判的机率就可降低。

虽然本发明已以较佳实施例揭露如上, 然其并非用以限定本发明, 任何熟习此项技术者, 在不脱离本发明的精神和范围内, 当可作些许的更动与润饰, 因此本发明的保护范围当视后附的申请专利范围所界定者为准。

权 利 要 求

1、一种错误修正码的编码及解码方法，其特征在于，包括下列步骤：

接收一原始数据；

将该原始数据分割为多个区段数据；

依据一第一产生多项式分别产生该等区段数据的短检查码；

附加该等短检查码于该等区段数据之后，以分别产生多个短码字；

结合该等短码字以得到一编码数据；

依据一第二产生多项式以产生该编码数据的长检查码，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的函式；

附加该长检查码于该编码数据之后，以产生该错误修正码的一长码字。

2、根据权利要求 1 所述的错误修正码的编码及解码方法，其特征在于，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的最小公倍式。

3、根据权利要求 1 所述的错误修正码的编码及解码方法，其特征在于，更包括储存该长码字于一储存媒体中。

4、根据权利要求 1 所述的错误修正码的编码及解码方法，其特征在于，更包括：

自一储存媒体读出该长码字；

自该长码字取出其所包含的该等短码字；

依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的多个短症状码；

检查是否该等短症状码皆为零；以及

当该等短症状码其中的一至数个非零短症状码不为零时，利用该等非零短症状码更正对应的该等短码字。

5、根据权利要求 4 所述的错误修正码的编码及解码方法，其特征在于，更包括：

当该等短症状码计算完毕后，依据该长码字的该长检查码计算该长码字的一长症状码；

检查是否该长症状码为零；

当该长症状码不为零时，检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字；以及

当该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字时，利用该等非零短症状码更正该长症状码，以得一更正后长症状码。

6、根据权利要求 5 所述的错误修正码的编码及解码方法，其特征在于，更包括：

当该长症状码不为零，且该等非零短症状码的部分无法正确更正对应的该等短码字时，利用该长症状码对无法正确更正的该等短码字进行修正。

7、根据权利要求 1 所述的错误修正码的编码及解码方法，其特征在于，其中该长码字及该等短码字为 BCH 码或 RS 码。

8、一种错误修正码的编码解码器，其特征在于，包括：

一错误修正码编码器，接收一原始数据，将该原始数据分割为多个区段数据，产生该等区段数据的短检查码，附加该等短检查码于该等区段数据之后以分别产生多个短码字，结合该等短码字以得到一编码数据，产生该编码数据的长检查码，以及附加该长检查码于该编码数据之后以产生一长码字以供储存于一储存媒体；以及

一错误修正码解码器，自该储存媒体读出该长码字，自该长码字取出其所包含的该等短码字，依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的多个短症状码，检查是否该等短症状码皆为零，以及当该等短症状码其中的一至数个非零短症状码不为零时，利用该等非零短症状码更正对应的该等短码字。

9、根据权利要求 8 所述的错误修正码的编码解码器，其特征在于，其中该错误修正码编码器依据一第一产生多项式以产生该等区段数据的该等短检查码，并依据一第二产生多项式以产生该编码数据的该长检查码，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的函式。

10、根据权利要求 9 所述的错误修正码的编码解码器，其特征在于，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的最小公倍式。

11、根据权利要求 9 所述的错误修正码的编码解码器，其特征在于，其中该错误修正码编码器包括：

一短码字编码器，依据该第一产生多项式以产生该等区段数据的该等短检查码；

一第一添附器，附加该等短检查码于该等区段数据之后以分别产生该等短码字；

一长码字编码器，结合该等短码字以得到该编码数据，并依据该第二产生多项式以产生该编码数据的该长检查码；以及

一第二添附器，附加该长检查码于该编码数据之后以产生该长码字。

12、根据权利要求 8 所述的错误修正码的编码解码器，其特征在于，其中当该等短症状码计算完毕后，该错误修正码解码器依据该长码字的该长检查码计算该长码字的一长症状码，检查是否该长症状码为零，当该长症状码不为零时检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字，当该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字时，利用该等非零短症状码更正该长症状码以得一更正后长症状码。

13、根据权利要求 8 所述的错误修正码的编码解码器，其特征在于，其中当该长症状码不为零，且该等非零短症状码的部分无法正确更正对应的该等短码字时，该错误修正码解码器利用该长症状码对无法正确更正的该等短码字进行修正。

14、根据权利要求 12 所述的错误修正码的编码解码器，其特征在于，其中该错误修正码解码器包括：

一症状码计算模块，依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的该等短症状码，并依据该长码字的该长检查码计算该长码字的该等长症状码；

一控制电路，检查是否该等短症状码皆为零，当该等短症状码其中的该等非零短症状码不为零时利用该等非零短症状码更正对应的该等短码字，检查是否该长症状码为零，当该长症状码不为零时检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字，以及当该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字时利用该等非零短症状码更正该长症状码。

15、根据权利要求 8 所述的错误修正码的编码解码器，其特征在于，其中该长码字及该等短码字为 BCH 码或 RS 码。

16、一种错误修正码的解码方法，其特征在于，包括下列步骤：

接收该错误修正码的一长码字，其中该长码字包括多个短码字及一长检查码，每一该等短码字均包括一短检查码；

自该长码字取出其所包含的该等短码字；

依据该等短码字的该等短检查码计算该等短码字的多个短症状码；

检查是否该等短症状码皆为零；

当该等短症状码其中的一至数个非零短症状码不为零时，利用该等非零短症状码更正对应的该等短码字；

当该等短症状码计算完毕后，依据该长码字的该长检查码计算该长码字的一长症状码；

检查是否该长症状码为零；

当该长症状码不为零时，检查是否该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字；以及

当该等非零短症状码均可正确更正对应的该等短码字时，利用该等非零短症状码更正该长症状码，以得一更正后长症状码。

17、根据权利要求 16 所述的错误修正码的解码方法，其特征在于，更包括：当该长症状码不为零，且该等非零短症状码的部分无法正确更正对应的该等短码字时，利用该长症状码对无法正确更正的该等短码字进行修正。

18、根据权利要求 16 所述的错误修正码的解码方法，其特征在于，其中该等短码字的该等短检查码依据一第一产生多项式所产生，该长码字的该长检查码依据一第二产生多项式所产生，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的函式。

19、根据权利要求 16 所述的错误修正码的解码方法，其特征在于，其中该第一产生多项式为该第二产生多项式的至少一个最小多项式的最小公倍式。

20、根据权利要求 16 所述的错误修正码的解码方法，其特征在于，其中该长码字及该等短码字为 BCH 码或 RS 码。

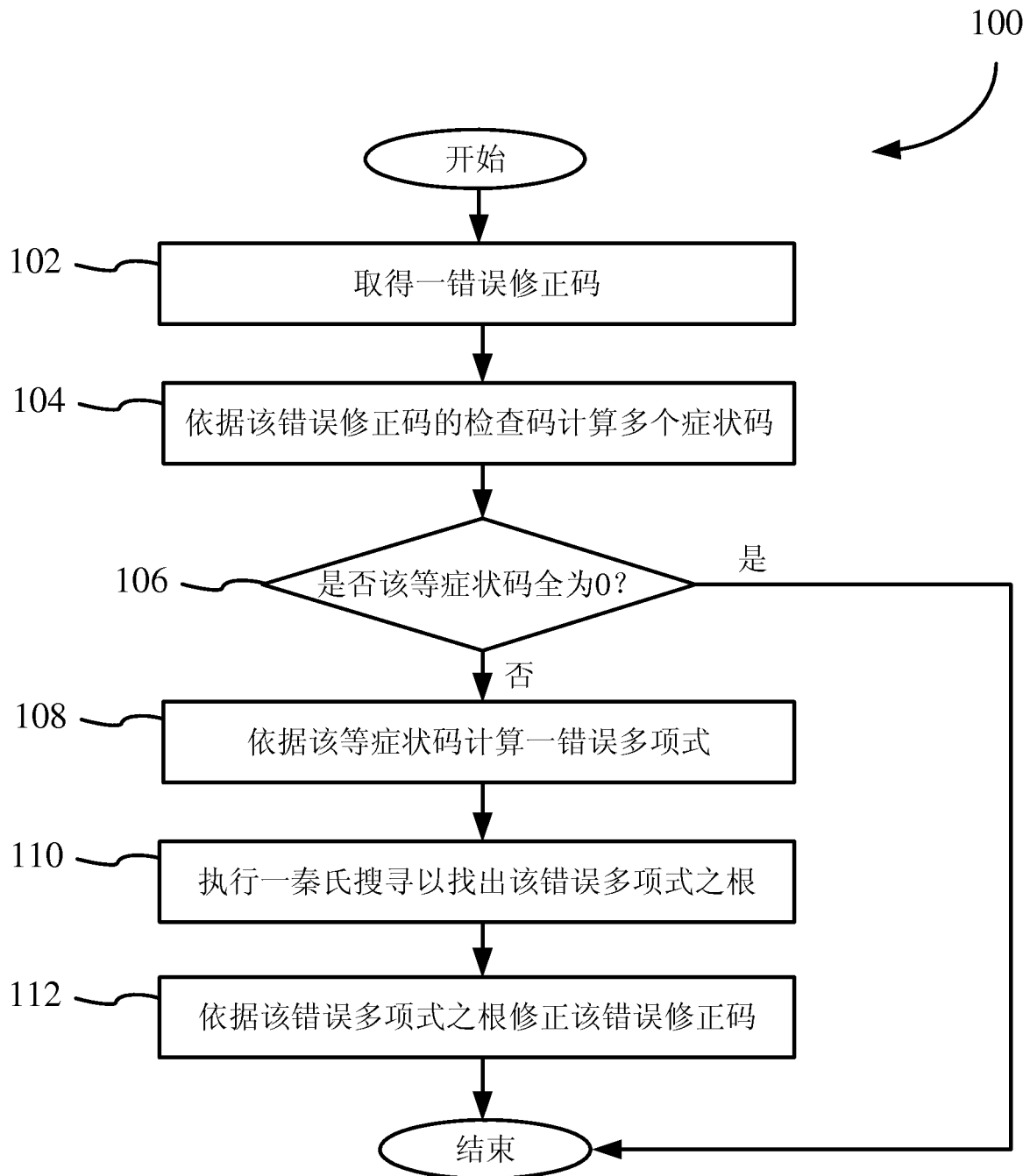


图 1

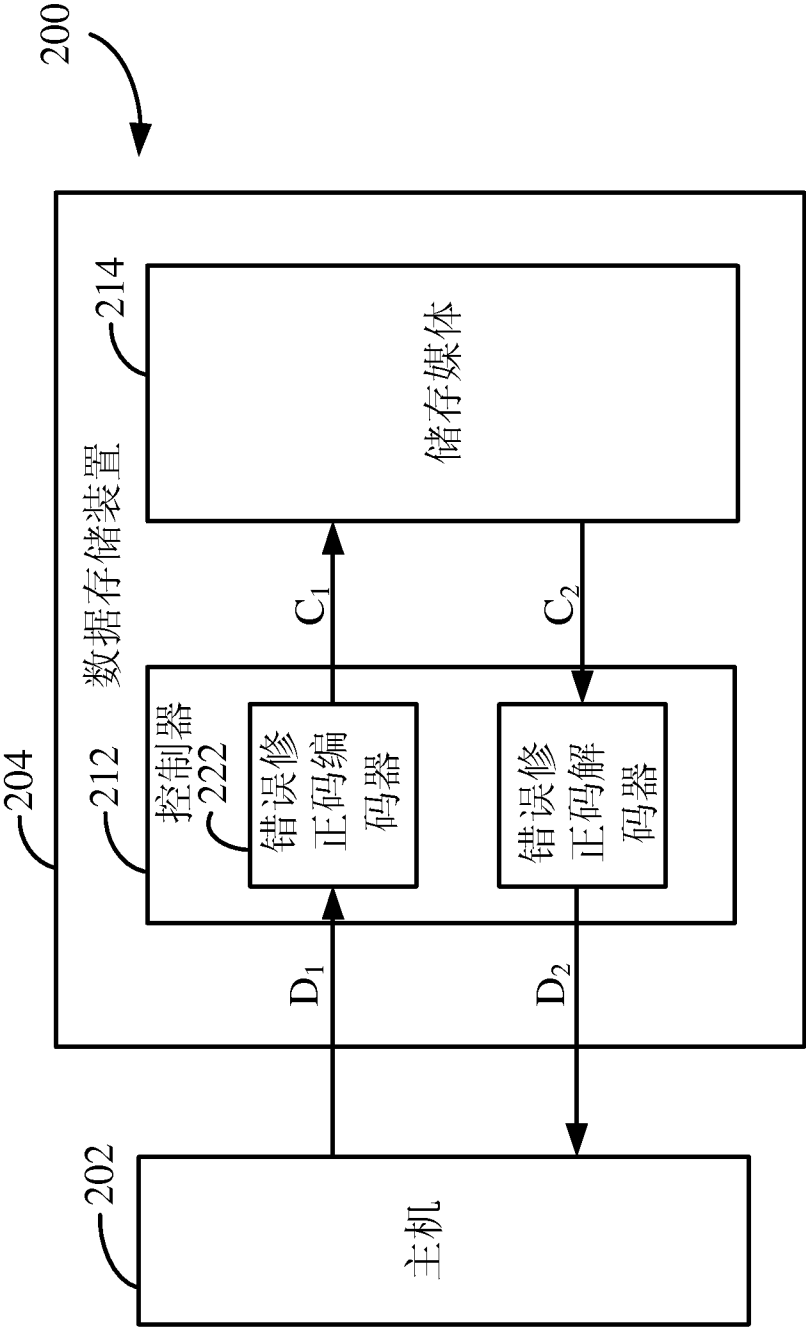


图 2

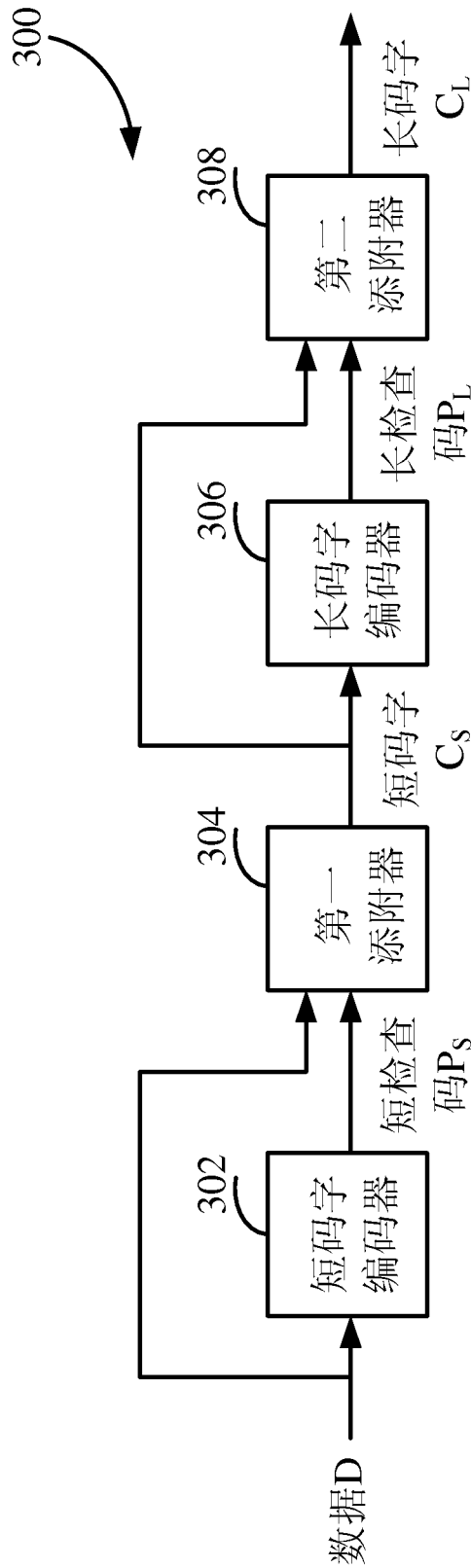


图 3A

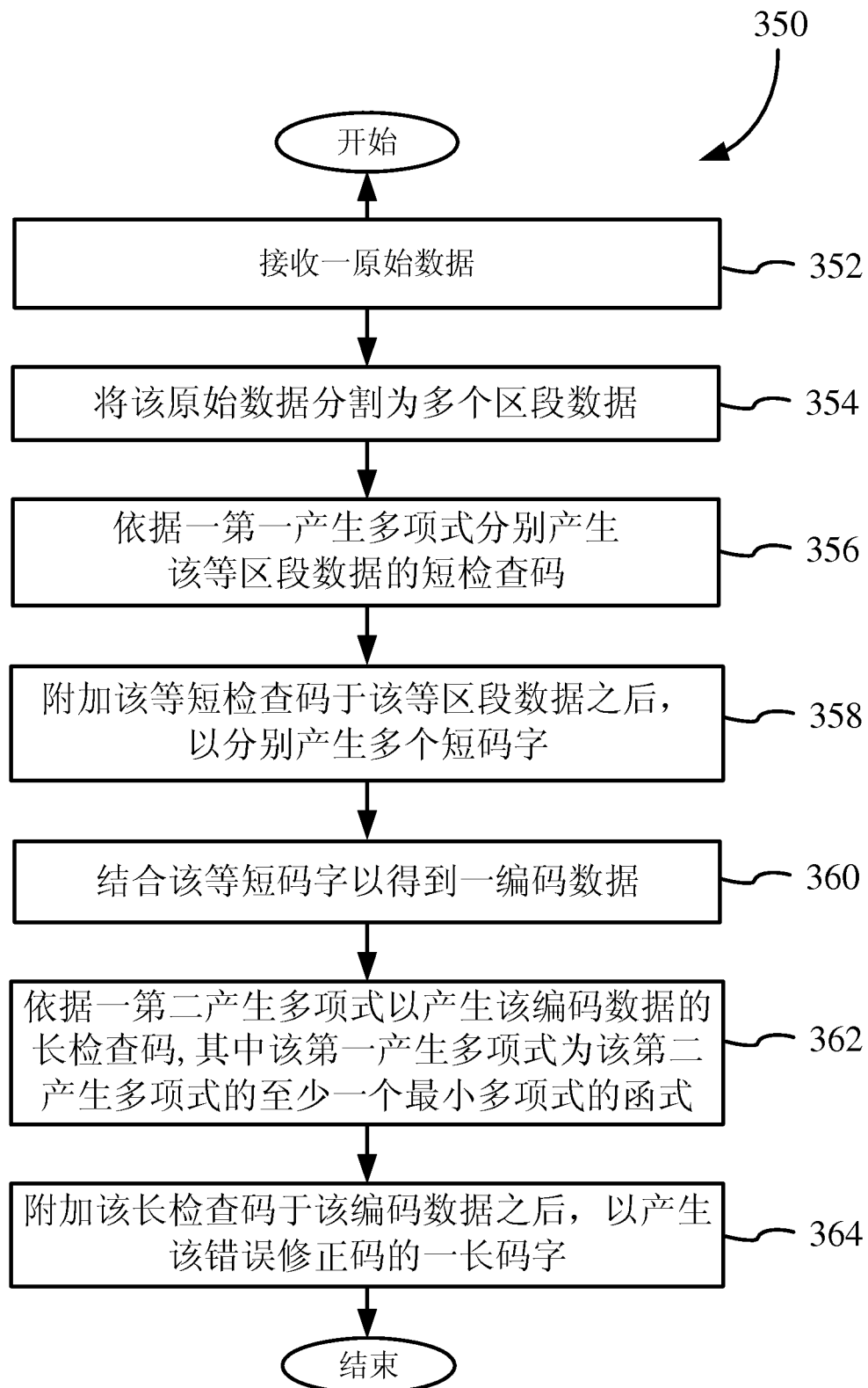


图 3B

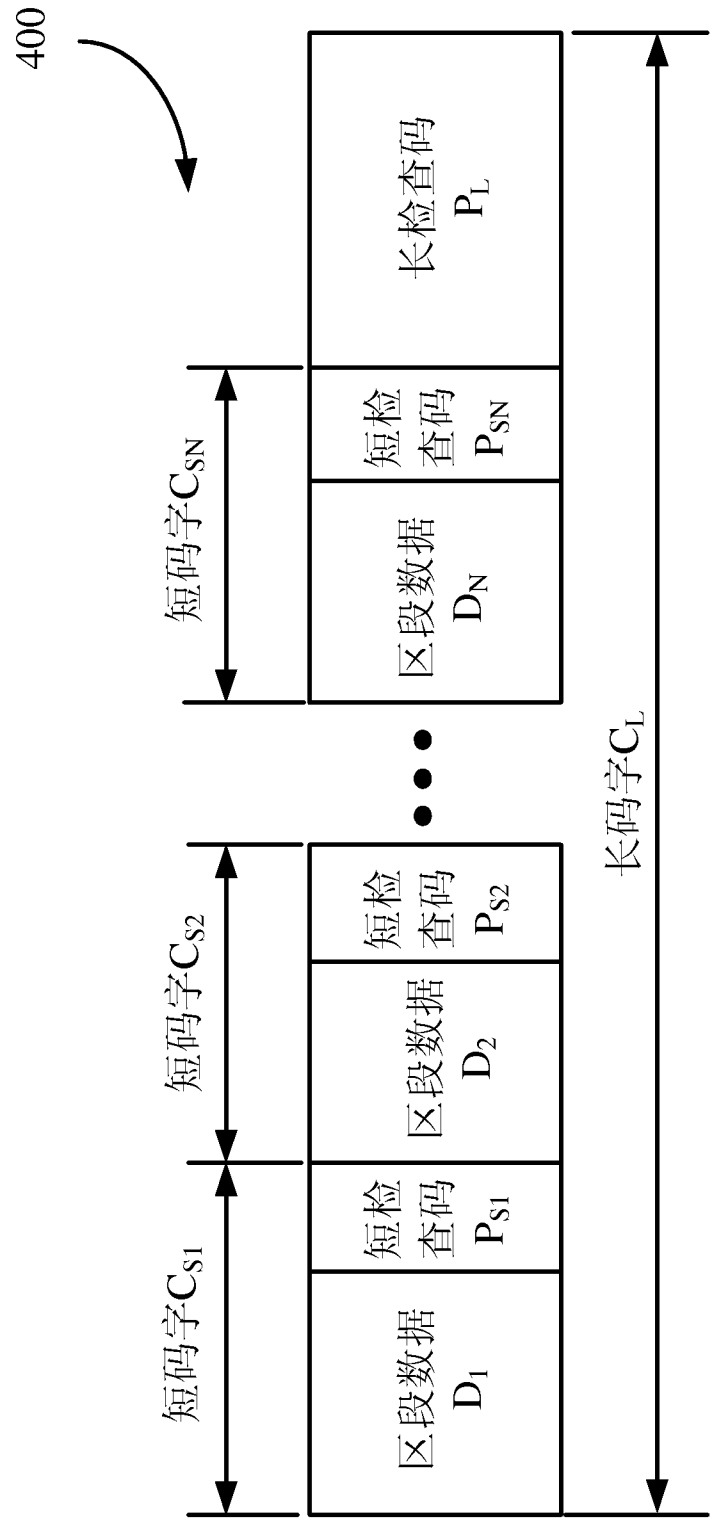


图 4

500

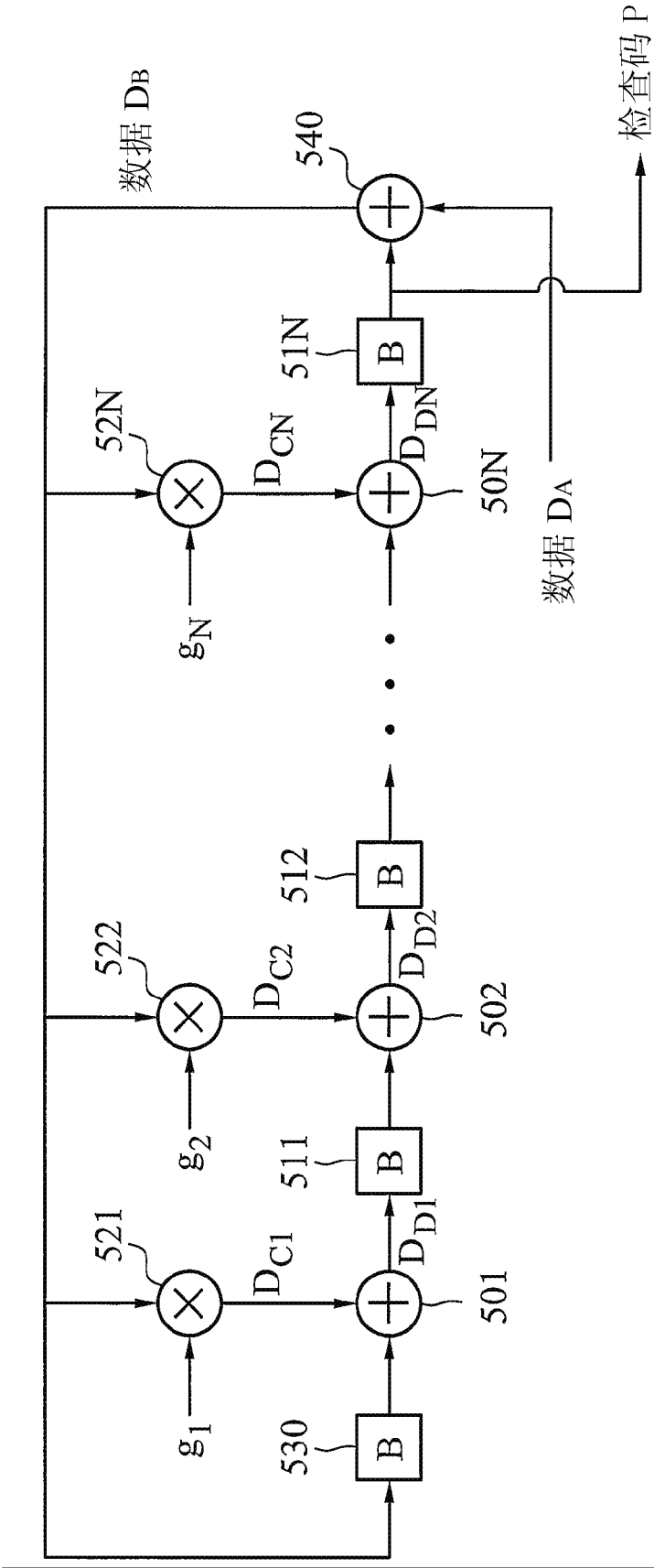


图 5

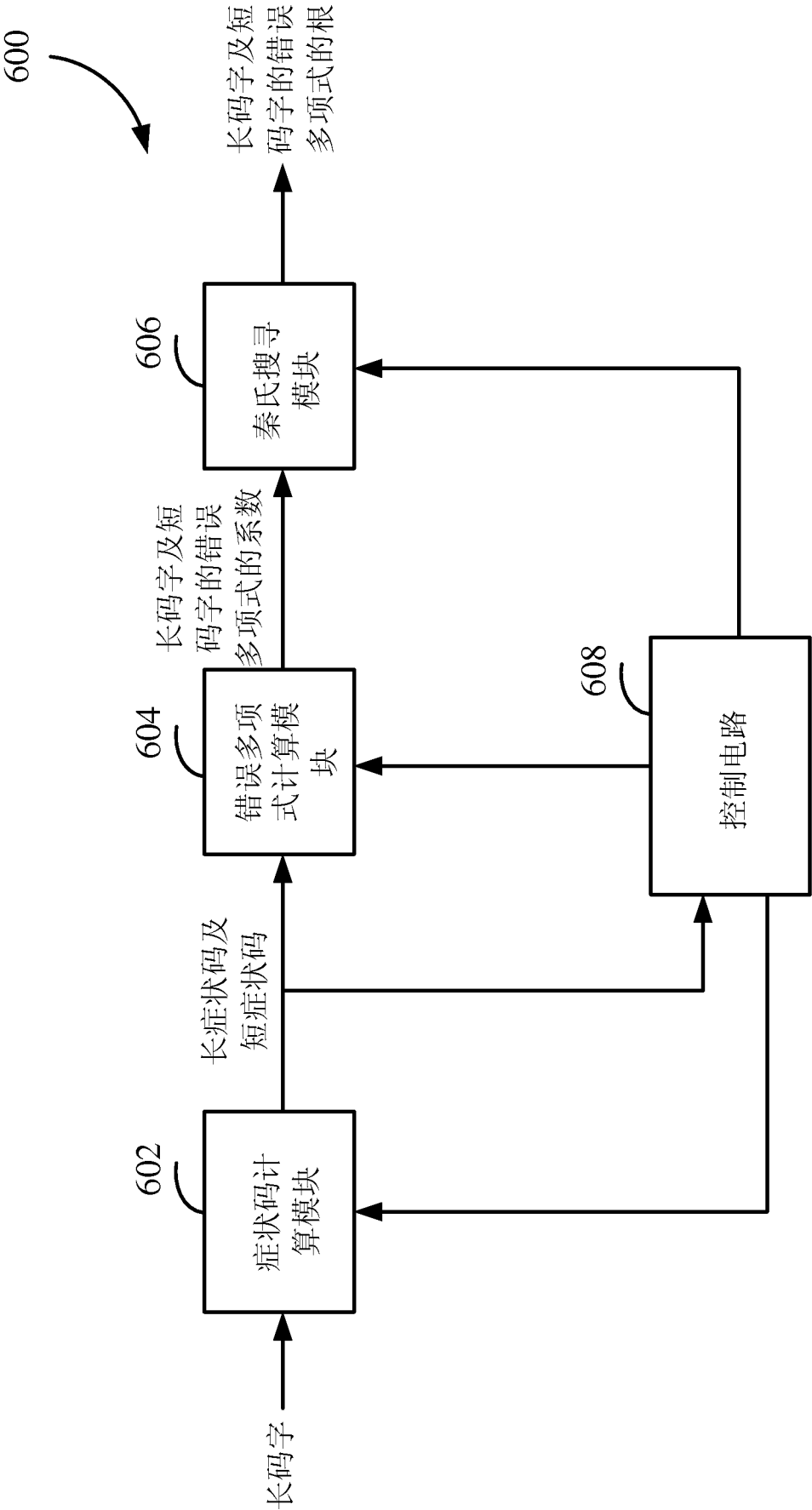


图 6

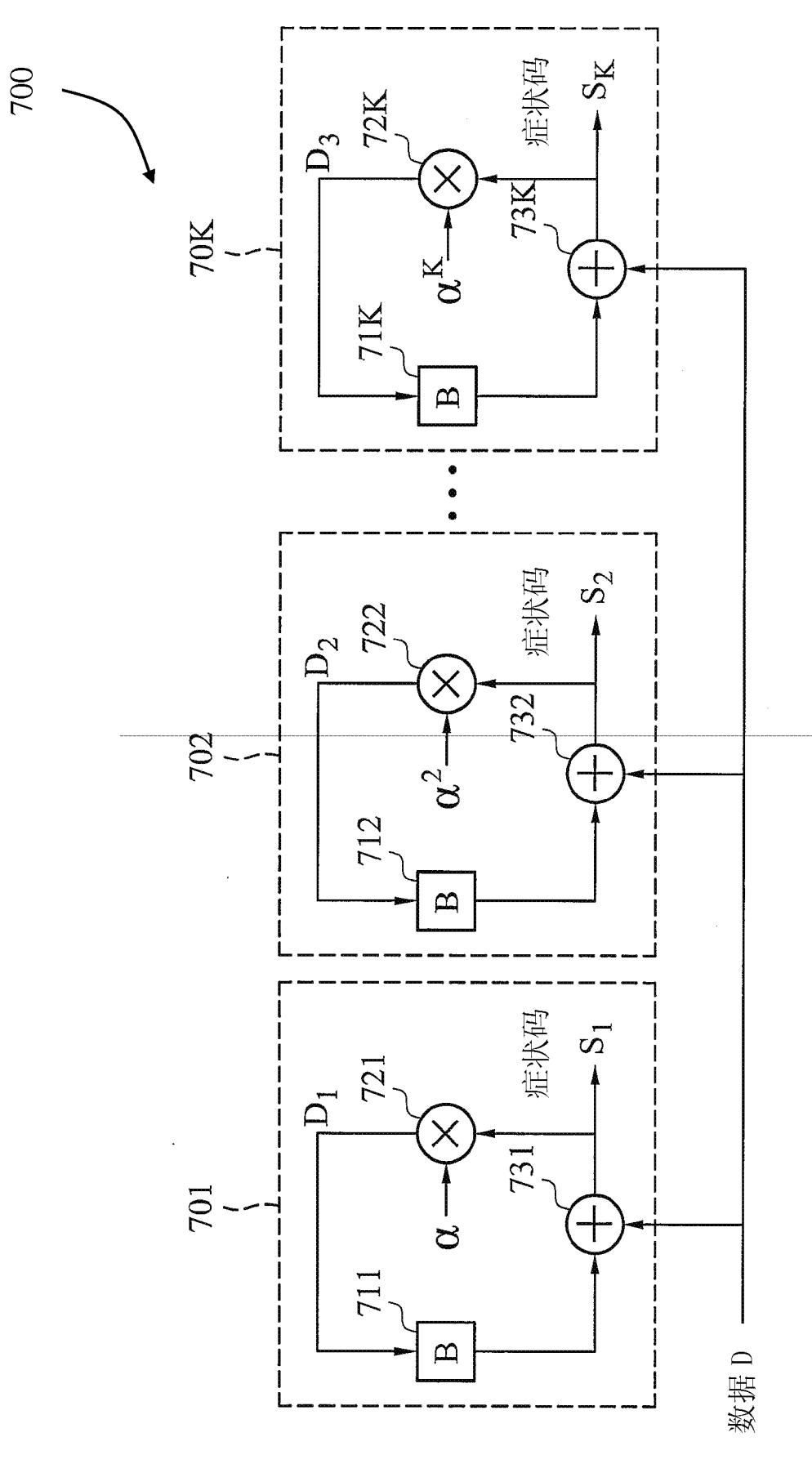


图 7

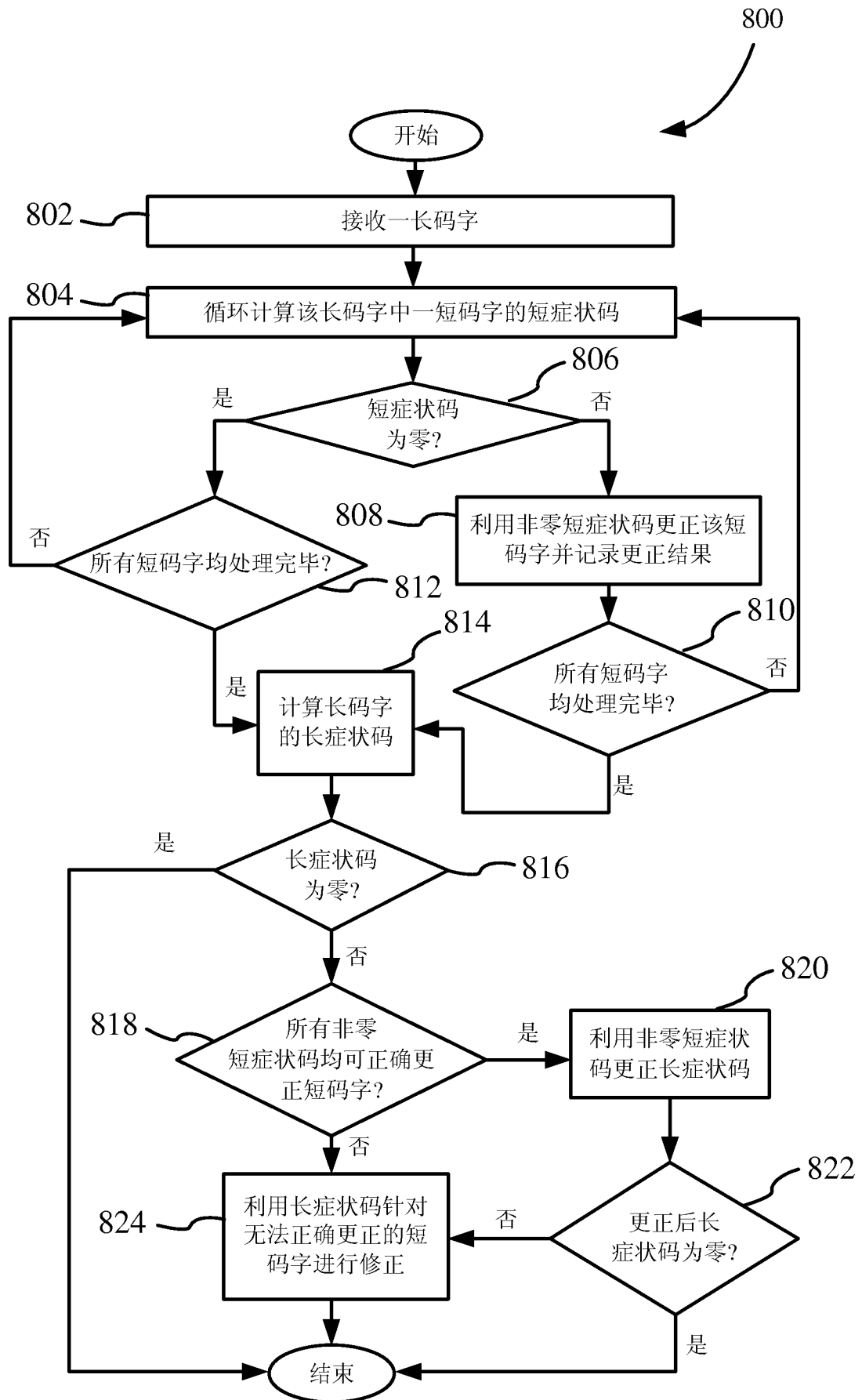


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/073148

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M 13/03 (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)

IPC: H03M 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;PAJ;CNKI;IEE;CPRS: PARITY PARITIES GENERATOR POLYNOMIAL? CHECK BYTE? BIT?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5782799 A (ADAPTEC INC) 16 Feb. 1999(16.02.1999)	8,15
A	column 4, line 15 – column 5, line 44 of the specification, and the abstract	1-7,9-14,16-20
A	WO 2009036004 A2 (MOTOROLA INC) 19 Mar. 2009(19.03.2009)	1-20
	The whole document	

☐ 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 12 Mar. 2010(12.03.2010)	Date of mailing of the international search report 08 Apr. 2010 (08.04.2010)
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 HU, Yan Telephone No. (86-10)62412087

International application No.
PCT/CN2009/073148

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

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2009/073148

A. 主题的分类

H03M 13/03 (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: H03M 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;PAJ;CNKI;IEE;CPRS: PARITY PARITIES GENERATOR POLYNOMIAL? CHECK BYTE? BIT?
多项式 检查+检验+校验

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	US 5782799 A (ADAPTEC INC) 16.2 月 1999(16.02.1999)	8,15
A	说明书第 4 栏第 15 行—第 5 栏第 44 行, 以及摘要	1-7,9-14,16-20
A	WO 2009036004 A2 (MOTOROLA INC) 19.3 月 2009(19.03.2009) 全文	1-20

☐ 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
12.3 月 2010(12.03.2010)

国际检索报告邮寄日期
08.4 月 2010 (08.04.2010)

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

胡燕
电话号码: (86-10) **62412087**

关于同族专利的信息

PCT/CN2009/073148

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
US 5782799 A	16.02.1999	US 5642366 A	24.06.1997
WO 2009036004 A2	19.03.2009	US 2009077447 A1	19.03.2009
		WO 2009036004 A3	22.05.2009