



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03812168.9

[43] 公开日 2005 年 8 月 17 日

[11] 公开号 CN 1656696A

[22] 申请日 2003.5.15 [21] 申请号 03812168.9

[30] 优先权

[32] 2002.5.31 [33] EP [31] 02291342.0

[86] 国际申请 PCT/IB2003/002075 2003.5.15

[87] 国际公布 WO2003/103152 英 2003.12.11

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.29

[71] 申请人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72] 发明人 A·乔利 O·珀蒂尔

M·皮斯彻拉

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

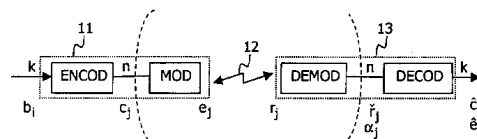
代理人 刘红 王忠忠

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 线性分组码的软解码

[57] 摘要

本发明涉及数字传输和记录系统。本发明尤其涉及用于接收编码数据序列的接收机，该编码数据序列是由数据源从一个信息序列中产生的并由编码器编码的，接收的编码数据序列可能包含差错，该接收机包括用于从接收的编码数据序列中恢复该信息序列的解码装置。该解码装置包括：第一软输入解码装置，使用第一纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第一选择相对应的第一组至少一个候选者；第二软输入解码装置，使用第二纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第二选择相对应的第二组至少一个候选者；选择装置，用于在第一和第二组候选者之中根据一个预先确定的标准选择最可靠的候选者。



1. 一种用于接收编码数据序列的接收机，该编码数据序列是由数据源从一个信息序列中产生的并由编码器编码的，接收的编码数据序列可能包含差错，
- 5 该接收机包括用于从接收的编码数据序列中恢复该信息序列的解码装置，该解码装置包括：

- 第一解码装置，使用第一纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第一选择相对应的第一组至少一个候选者，
- 第二解码装置，使用第二纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息
- 10 序列的第二选择相对应的第二组至少一个候选者，
- 选择装置，用于在第一和第二组候选者之中根据一个预先确定的标准选择最可靠的候选者。

2. 根据权利要求 1 的接收机，其中接收数据序列的每个数据包括 m 个比特，每个比特具有一个相关的可靠性，第一解码装置包括：
- 15 - 用于将接收的数据比特根据其可靠性来分类的装置，
- 用于从接收的数据比特中创建第一组中间候选者的装置，其中具有较低可靠性的比特部分被改变，
- 用于对中间候选者应用预先确定的硬解码算法以产生第一组候选者的装置。

- 20 3. 根据权利要求 1 的接收机，其中接收数据序列的每个数据包括 m 个比特，每个比特具有一个相关的可靠性，第二解码装置包括：
- 用于将接收的数据比特根据其可靠性来分类的装置，
- 用于从接收的数据比特中创建第二组中间候选者的装置，其中具有较高可靠性的比特部分被改变，
- 25 - 用于通过从一组最可靠比特中重新计算最不可靠比特的至少一部分来对中间候选者应用预先确定的编码算法以产生第二组候选者的装置，其中最可靠比特与其他比特线性无关。

4. 根据权利要求 1 的接收机，其中由选择装置使用的预先确定的标准基于接收数据和来自第一与第二组候选者的候选者之间的距离，最可靠候选者是与
- 30 接收数据的所述距离最小的候选者。

5. 根据权利要求 2、3 和 4 的接收机，其中第一和第二解码装置利用与形成所述候选者的比特相关的可靠性产生包括第一和第二组候选者的软输出，以及其中选择装置包括用于给选择的最可靠候选者的每个比特分配被表示为输出可靠性的一个可靠性的装置，这在所述第一和第二解码装置都产生所述最可靠
5 候选者时基于利用与所述最可靠候选者相关的所述第一和第二解码装置产生的可靠性之间的最低值，或者这在所述第一和第二解码装置之中只有一个解码装置产生所述最可靠候选者时基于利用所述第一或所述第二解码装置产生的可靠性。

6. 根据权利要求 4 的接收机，其中在接收数据和第一与第二组候选者中的
10 候选者之间的距离是欧几里德距离。

7. 一种用于接收编码数据序列的接收机，该编码数据序列是使用长度为 n 、维数为 k 的非二进制线性分组码 $C(n, k)$ 由数据源从一个信息序列中产生的，每个编码数据的比特数目被表示为 m ，以及其中伽罗瓦域的本原多项式被表示为具有表示为 α 的零的 $P(x) = x^m + P_{m-1}x^{m-1} + \dots + P_0$ ，接收的编码数据序列可能
15 包含差错，该接收机包括用于从接收的编码数据序列中恢复该信息序列的解码装置，该解码装置包括：

- 用于从接收的数据序列中产生二进制序列的装置，
- 用于使用奇偶校验矩阵 H_{bm} 对二进制序列应用解码算法的装置，其中与该非二进制线性分组码 $C(n, k)$ 的奇偶校验矩阵 H 相比，数字 0 利用具有 m 行
20 和 m 列的矩阵 0_m 代替，数字 1 利用具有 m 行和 m 列的方阵 I_m 代替，数字 α^i 用矩阵 A^i 代替，其中矩阵 A 是定义如下的与 α 等效的二进制矩阵：

$$A = \begin{bmatrix} P_{m-1} & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ P_{m-2} & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & & & & \vdots \\ P_1 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ P_0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

25 8. 一种接收编码数据序列的方法，其中由数据源从一个信息序列中产生该编码数据序列，接收的编码数据序列可能包含差错，该方法包括用于从接收的编码数据序列中恢复该信息序列的解码步骤，该解码步骤包括：

- 第一解码子步骤，使用第一纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第一选择相对应的第一组至少一个候选者，
 - 第二解码子步骤，使用第二纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第二选择相对应的第二组至少一个候选者，
- 5 - 选择步骤，用于在第一和第二组候选者之中根据一个预先确定的标准选择最可靠候选者。
9. 一种用于接收机的计算机程序产品，计算一组指令，当被载入该接收机时使该接收机执行根据权利要求 7 的方法。
10. 一种光存储媒体，用于存储由数据源从一个信息序列产生的编码数据，
- 10 存储的编码数据序列可能包含差错，其中编码数据被指定利用根据权利要求 1 的接收机进行解码。
11. 一种包括数据源和接收机的系统，该接收机用于接收由数据源从一个信息序列中产生的编码数据序列，其中该接收机是根据权利要求 1 的接收机。

线性分组码的软解码

5 技术领域

本发明一般涉及数字传输和记录系统。尤其是，本发明涉及用于接收编码数据序列的接收机，该编码数据序列是由数据源从一个信息序列中产生并由编码器编码的，该接收的编码数据序列可能包含差错，该接收机包括用于从接收的编码数据序列中恢复该信息序列的解码装置。

10 本发明还涉及一种接收编码数据序列的方法并涉及一种用于执行该方法的计算机程序产品，该编码数据序列是由数据源从一个信息序列中产生的。

本发明还涉及一种光存储媒体并涉及一种传输或者记录系统。

本发明尤其适用于与例如 DVB（数字视频广播）标准兼容的数字电视的广播系统，适用于诸如数字式唱盘和 DVD（数字视频盘）的存储系统，适用
15 于 xDSL（数字用户线路）和返回信道（经由卫星、电缆或者陆地）。

背景技术

数字传输或者记录系统需要有效的纠错技术，以便对付由传输或者存储信道引入的差错。在这些技术之中，线性分组码以及特别是里德-所罗门（reed-Solomon）码具有突出的重要性，因为它们被广泛使用在许多不同类型的数字
20 通信系统中，通常与一个内部卷积码链接起来。大多数应用都使用硬输入、硬输出代数解码器，诸如用于里德-所罗门码的 Berlekamp-Massey 算法。但是，硬输入解码所不言而喻的信息丢失导致代数解码器缺乏效率。此外，更优的解码技术即最大似然解码对于长码和实用码来说太复杂以至于无法实施。因此，研究出了次优软判决(SD)解码技术。被称作基于可靠性解码(RBD)的这些技术
25 之一包括基于接收的符号按照其可靠性值的排序的算法。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种使用新的 RBD 方法的接收机，其在复杂性和对于一个固定信噪比(SNR)的误码性能之间达到平衡。

按照本发明，提供了一种用于接收数据序列的接收机，该数据序列是利用
30 线性分组码编码的并由数据源从一个信息序列中产生的，该接收的编码数据序

列可能包含差错，该接收机包括用于从接收的编码数据序列中恢复该信息序列的解码装置，该解码装置包括：

- 第一软输入解码装置，使用第一纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第一选择相对应的第一组至少一个候选者（candidate），
- 5 - 第二软输入解码装置，使用第二纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第二选择相对应的第二组至少一个候选者，
- 选择装置，用于在第一和第二组候选者之中根据一个预先确定的标准选择最可靠的候选者。

还描述了本发明的软输入、软输出(SISO)版本。

- 10 本发明适用于代数解码器可用的任何线性分组码(二进制或者非二进制的)，并且尤其适用于里德-所罗门(Reed - Solomon)码。如果卷积码是使用例如软输出维特比算法或 SOVA 的软输出解码器被解码的，本发明就还适用于具有与内部卷积码链接的线性分组码的系统。

附图说明

- 15 本发明和可以任选地用于最有利地实施本发明的附加特性从参考下文所述的附图中是显而易见的并将结合这些附图进行阐明。

图 1 是表示包括本发明的接收机的系统范例的概念方框图；

图 2 是示出本发明的光存储系统范例的示意图。

具体实施方式

- 20 图 1 示出一种按照本发明的传输系统。本发明还适用于一种光存储系统，其中接收机或者光阅读器适合于接收和读取在光存储媒体或例如数字式唱盘、数字视频盘等的盘上存储的数字数据。在图 2 中表示出按照本发明的光学系统。

- 图 1 的传输系统包括发射机 11、物理传输信道 12 和接收机 13。该发射机包括编码器 ENCOD 和调制器 MOD。该传输信道 12 可以使用陆地(赫兹)、无线电、电缆或者卫星链路。该接收机包括解调器 DEMOD 和解码器 DECOD。
- 25 编码器和解码器是对称的并且彼此兼容，用于编码和解码同样的线性分组码，诸如里德-所罗门(Reed - Solomon)码。对于该解码器，该信道由括号之间的方框即调制器、物理信道 12 和解调器构成。本发明并不局限于里德-所罗门码，并且适用于可用于代数解码的任何线性二进制或非二进制分组码。这样编码的目的
- 30 目的是使该系统能够对付传输差错。为了执行纠错，通过把奇偶校验或冗余数

据添加到在该编码器的输入端上接收的信息数据序列上，该编码器输出一个编码的数据序列，其长于包括信息数据的输入数据序列。该码被表示为 $C(n, k)$ ， n 是该码的长度，其对应于由该编码器产生的输出序列的符号或数据的数目， k 是在该编码器的输入端上该数据序列中信息数据的数目。在二进制线性码的情况下， k 和 n 分别是信息和编码比特的数目。

在接收机一侧上，该解调器 DEMOD 输出从信道接收的并且可能包含传输错误的 n 个数据或符号的序列和与 n 个数据或符号相关的 n 个可靠性值的序列，以便该解码器 DECOD 解码该序列、纠正差错并恢复 k 个信息数据或符号的原始发送的序列。为此，该解码器 DECOD 包括：

10 - 第一解码装置，使用第一纠错算法产生与利用数据源即在这里的该编码器的输入端上产生的可能的信息序列的第一选择相对应的第一组至少一个候选者，

 - 第二解码装置，使用第二纠错算法产生与利用数据源产生的可能的信息序列的第二选择相对应的第二组至少一个候选者，

15 - 选择装置，用于在第一和第二组候选者之中根据一个预先确定的标准选择最可靠的候选者。

 在本发明的一个优选实施方案中：

 - 该第一纠错算法是所谓的蔡斯(Chase)算法的变形，其例如描述在 D. Chase 写的文章：“用来解码具有信道测量信息的分组码的一类算法 (A class of
20 algorithms for decoding block codes with channel measurement information)”中，此文刊登在 IEEE Transaction on Information Theory, 第 IT - 18 卷, 第 170 - 182 页, 1972 年 1 月, 标记为[1]

 - 该第二纠错算法是所谓的 Fossorier-Lin 算法的变形的扩展，其例如描述在 M.P.C. Fossorier 和 S. Lin 写的文章：“基于顺序统计量对线性分组码进行软
25 判决解码 (soft-decision decoding of linear block codes based on ordered statistics)”中，此文刊登在 IEEE Transactions on Information Theory, 第 41 卷, 第 1379 - 1396 页, 1995 年 9 月, 标记为[2]，以及

 - 该预先确定的标准基于在接收的数据和来自第一与第二组候选者的候选者之间的欧几里德 (Euclidian) 距离，最可靠的候选者是与接收的数据间的所述距离是最小的候选者。

30

该优选实施方案是基于 Chase 和低阶 Fosserier-Lin 算法的组合, 其不仅适用于二进制线性分组码而且适用于任何线性分组码, 允许对于一个固定的信噪比(SNR)取得比较高阶 Fosserier-Lin 算法更好的误码性能, 该较高阶 Fosserier-Lin 算法仅适用于二进制码并且相当复杂。

- 5 通过使用域元素的二进制表示法把伽罗瓦域 $GF(2^m)$ 描述成二进制码, 本发明将 Fosserier-Lin 原理扩展到伽罗瓦域 $GF(2^m)$ 上的非二进制分组码。把 $GF(2^m)$ 上表示为 $C(n, k)$ 的非二进制码描述成表示为 $C_{bin}(n \times m, k \times m)$ 的二进制码。Chase 和 Fosserier-Lin 算法以互补的方式使用信道测量信息或者可靠性。它们两者都产生一组代码字或者候选者, 从中选择满足同一个预先确定标准的候选者, 也
- 10 就是说, 使得至接收的真正序列的欧几里德距离最小的候选者。Chase 算法假定硬判决接收的序列在最不可靠的比特上更加可能是错误的, 并因此在利用代数解码器解码它们之前对它们进行补充, 代数解码器诸如[1]中所述的用于里德-所罗门码的 Berlekamp-Massey 解码器。另一方面, Fosserier-Lin 算法假定最可靠的比特是正确的并从这些最可靠的比特中重新计算其他比特。本发明揭示并
- 15 充分利用 Chase 和 Fosserier-Lin 算法的互补性。如果一个算法未能产生正确的码字, 则另一个算法极可能发现它, 因为它们具有不同的限制。如果大于预定数量的差错位于待互补的最不可靠的位置的外边, 则 Chase 失败, 而如果在最可靠的比特之中有大于 i 个的差错, 则 i 阶 Fosserier-Lin 失败。在该优选实施方案中, 重新处理 Fosserier-Lin 的阶被限制到 $i = 1$ 或者 $i = 2$ 。

- 20 为了更详细地解释本发明, 让我们用二进制元素或比特来表示数据。在非二进制线性码的情况下, 每符号或数据的比特数目被表示为 m 。在二进制线性码的情况下, m 等于 1。 $N=n \times m$ 是该码以比特数目为单位的长度。 $K=k \times m$ 是该码以比特数目为单位的维数。在代码字母表中符号的基数等于 2^m 。我们表示:

- $b = (b_1, \dots, b_K)$: 在编码器 ENCOD 的输入端上的数据,
- 25 • $c = (c_1, \dots, c_N)$: 在编码器的输出端上的数据,
- $e = (e_1, \dots, e_N)$: 调制器 MOD 的输出,
- $r = (r_1, \dots, r_N)$: 由接收机在解调器 DEMOD 的输入端上接收的数据 (属于实空间),
- $\hat{r} = (\hat{r}_1, \dots, \hat{r}_N)$ 和 $a = (a_1, \dots, a_N)$: 解调器的软输出判决, 具有 $j=1, \dots, N$ 的
- 30 $\hat{r}_j$ 是对接收的数据比特的判决, 并且 a_j 是判决比特的可靠性, 和

• $\hat{c}=(\hat{c}_1, \dots, \hat{c}_N)$: 解码器 DECOD 的输出, 其对应于在发射机一侧上由编码器产生的编码数据的估算,

• $\hat{e}=(\hat{e}_1, \dots, \hat{e}_N)$: 解码器 DECOD 的输出的另一个表示, 其对应于由调制器 MOD 产生的调制数据的估算。

5 解码器的第一解码装置接收来自解调器的软输出判决 $\hat{r}_j$ 和 a_j 。它将 $\hat{r}_j$ 相对于其相关可靠性 a_j 来分类它们。按照使用 Chase 算法的变形作为第一解码装置的优选实施方案, 它将 $\hat{r}_j$ 分类, 以便分别表示为 $\hat{r}'_j$ 和 a'_j 的新分类的 $\hat{r}_j$ 和 a_j 满足 $a'_j < a'_{j+1}$ 。然后, 通过改变每个中间候选者的 t 个最不可靠比特中的一个(按照该优选实施方案, 该 t 个最不可靠比特是第一 t 个比特), 2^t 个中间候选者从 $\hat{r}$
10 中创建起来, t 低于或等于代数解码器的纠错容量。然后, 可能在逆排列以便以其原始顺序放置这些比特之后, 对中间候选者执行诸如 Berlekamp-Massey 的代数解码, 以产生第一组 2^t 个候选者。该方法包括改变部分最不可靠比特中的至少一个比特以形成一组中间候选者, 并且对这些中间候选者施加代数解码, 以生成与可能发射的编码符号相对应的第一组候选者。该处理过程
15 可以利用以下四个步骤来概括:

- 分类解调器的软输出判决比特的 N 个可靠性,
- 利用位于待反相的位置上的 1 生成 2^t 个模式或中间候选者, 这取决于 Chase 算法[1],
- 把这些比特重新整形为符号或者数据, 以便利用代数解码来处理, 从而生
20 成 2^t 个代码字估算, 这是第一组候选者,
- 如果代数解码成功, 有可能地计算从获得的调制代码字或候选者到接收的实序列的欧几里德距离。

以下的描述涉及第二解码装置, 在使用的码是二进制的情况下, 该解码器的第二解码装置也从解调器接收 $\hat{r}_j$ 和 a_j 。它还相对于其相关的可靠性 a_j 来分类 $\hat{r}_j$ 。
25 目的是使用第二纠错算法诸如 Fossorier-Lin 算法从更可靠的比特中重新计算出最不可靠的比特。事实上, 线性分组码(这是线性子空间)被定义, 以便对于一个给定的代码字, 通过两个子集的链接可以从形成互补子集的其他 k 个比特中计算任何 $n-k$ 个比特的子集以创建该代码字, 假定在后一子集中这些比特是彼此线性无关的。Fossorier-Lin 算法使用这种特性来从其他的包括更可靠比特的
30 的线性无关比特子集中来计算形成第一比特子集的最不可靠的比特部分。该第

二子集中的至少一个比特被交替反相，形成一组中间候选者。允许从其他子集的比特中计算一个子集的比特的矩阵是已知的并以代数线性计算为基础。然后，已知的代数线性编码方法被应用于这些中间候选者，以计算其他的比特子集。第二组候选者是通过把互补的两个比特子集链接起来而获得的。在 1 阶 Fossorier-Lin 算法(FL-1)中，在更可靠的比特的子集中只有一个比特被交替反相。在 2 阶 Fossorier-Lin 算法(FL-2)中，2 个比特被交替反相。按照本发明的一个优选实施方案，该处理过程通过诸如在 FL-1 中以逆可靠性的顺序只反相该子集的较不可靠比特之中的一个比特来开始，并通过在完成 FL-1 的处理之前反相诸如在 FL-2 中较不可靠比特之中的两个比特来继续。然后，可以计算从获得的调制的代码字或候选者到接收的实序列的欧几里德距离，以选择第二组候选者之中最佳的候选者。

第二纠错处理可以被概括如下。在把线性无关比特的 2 个互补子集链接起来之后，导出第二组候选者。较不可靠比特的子集是从更可靠比特的子集中计算的，其中某些比特使用 Fossorier-Lin 变形之一或其组合来交替地被改变，这涉及已知的线性编码方法。

选择装置用于从利用 Chase 或 Fossorier-Lin 变形产生的第一和第二组候选者中选择一个候选者。使用预先确定的标准进行该选择，该预先确定的标准提供判定哪个候选者是最可靠的可能性。在本发明的优选实施方案中，这个标准是以计算每个调制的候选者 $\hat{e}_j$ 和真实接收的序列 r_j 之间的欧几里德距离为基础的。如下定义表示为 d_E 的欧几里德距离：

$$d_E = \sqrt{\sum_{j=1}^N (\hat{e}_j - r_j)^2}$$

最后将被选择的最可靠的候选者 $\hat{e}_j$ 是使欧几里德距离最小的一个。

如果使用的码是 GF (2^m) 上的非二进制，本发明提供装置，用于通过把表示为 H 的该码的非二进制奇偶校验矩阵变换为表示为 H_{bin} 的二进制矩阵来把非二进制码变换为二进制码。

长度为 n 并且维数为 k 的非二进制线性分组码被表示为 C (n, k)。GF (2^m) 的本原多项式被表示为 $P(x) = x^m + P_{m-1}x^{m-1} + \dots + P_0$ 并具有表示为 a 的零。该解码装置包括：

- 用于从接收的数据序列产生二进制序列的装置,
 - 用于使用奇偶校验矩阵 H_{bin} 来将解码算法应用于二进制序列的装置, 其中, 与非二进制线性分组码 $C(n, k)$ 的奇偶校验矩阵 H 相比, 数字 0 用具有 m 行和 m 列以及全零元素的矩阵 0_m 代替, 数字 1 用具有 m 行和 m 列的方形单位
- 5 矩阵 I_m 代替, 数字 a^i 用矩阵 A^i 代替, 这里矩阵 A 是与 a 等效的二进制矩阵, 被定义如下:

$$A = \begin{bmatrix} P_{m-1} & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ P_{m-2} & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & & & & \vdots \\ P_1 & 0 & 0 & \cdots & 1 \\ P_0 & 0 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

- 10 例如, 如果 $C(n, k)$ 是一个经典(未缩短)的里德-所罗门码, 则 C 的奇偶校验矩阵的二进制表示法是:

$$H_{\text{bin}} = \begin{bmatrix} I_m & A & A^2 & A^3 & A^4 & \cdots & A^{n-1} \\ I_m & A^2 & A^{4 \bmod [n]} & A^{6[n]} & A^{8[n]} & \cdots & A^{2(n-1)[n]} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ I_m & A^{n-k} & A^{2(n-k)[n]} & A^{3(n-k)[n]} & A^{4(n-k)} & \cdots & A^{(n-k)(n-1)[n]} \end{bmatrix}$$

- 15 如果 c 是该码的一个符号并且 $(c_1, c_2, \dots, c_m)^t$ 是其二进制矢量表示法, 多项式 $x \times c(x)$ 对应于乘积 $a \times c$ 并对应于矢量乘积 $A \times (c_1, c_2, \dots, c_m)^t$, 接收的序列必须被分解成二进制序列。那么, 使用 H_{bin} 对 $n \times m$ 接收序列执行如分别在 B.G.Dorsch 写的文章: “一种用于二进制分组码和 j 进制输出信道的解码算法 (a decoding algorithm for binary block codes and j -ary output channels)” (此文在 IEEE Transactions on Information Theory, 第 IT-20 卷, 第 391-394 页, 1974
- 20 年 5 月[3] 中) 或者在 Fossorier-Lin 写的文章[2]中所描述的 Dorsch 或 Dual Fossorier-Lin 算法。

- 在本发明的另一个实施方案中, 执行软输入软输出(SISO)互补解码。在这个实施方案中, 为每个比特提供软判决(SD)输出。该 SD 输出的绝对值对应于
- 25 由软输入解码器对那个比特进行的判决的可靠性。对于 Chase 和 Fossorier-Lin

算法两者，使用如在 M.P.C. Fossorier 和 S. Lin 写的文章：“基于顺序统计量对线性分组码进行软输入软输出解码 (Soft-input soft-output decoding of linear block codes based on ordered statistics)” (此文公开在 Proceedings of Globecom 98, 第 2828-2833 页, 1998 年) 和在 R.M.Pyndiah 写的文章：“对乘积码进行近最优
5 解码：分组 Turbo 码 (Near optimum decoding of product codes: Block Turbo codes)” (此文公开在 IEEE Transactions on Communications, 第 46 卷, n°8, 第 1003-1010 页, 1998 年 8 月) 中所述的方法查找 SD。这种方法是对于二进制码以及用 Chase 算法进行描述的，但是它可以被扩展到产生代码字子集的所有方法，如在 P.Sweeney 和 S.Wesemeyer 写的文章：对分组码进行迭代软判决
10 解码 (Iterative soft-decision decoding of block codes), IEEE Proceedings, 第 147 卷, 第 133-136 页, 2000 年 6 月中所述的。

按照这个实施方案，第一解码装置处理 Chase 变形，第二解码装置处理 Fossorier-Lin 变形，以及选择装置确定最佳代码字候选者，其使得到接收序列的欧几里德距离最小。如果一个算法未能产生候选者，则其距离被设置为高的
15 固定值。如果最佳候选者是利用 Chase 变形产生的，则输出是利用 SISO Chase 算法给出的软输出。如果最佳候选者是利用 Fossorier-Lin 变形产生的，则输出是利用 SISO Fossorier-Lin 算法给出的软输出。如果这两个算法产生了同一最佳候选者，那么对于每个比特，区分两种情况：

- 1) 如果 Chase 算法输出的绝对值在所有第一组候选者 (Chase 候选者) 上
20 是恒定的，那么选择 Fossorier-Lin SISO 软输出，
- 2) 否则，选择具有最低绝对值的输出。

图 2 示出其中可以实施本发明的光学系统。它包括数据源和接收机。该数据源是一个光盘 21，其中存储数字编码的数据。该接收机是一个光阅读器，用于读取并解码在该光盘上存储的编码数据。该阅读器包括如参考图 1 所述的解
25 码装置 23 和光读取装置 24，用于在解码之前读取编码数据。然后，解码的数据被导向接收机的一个输出端 25 或者被处理。

附图和上文对它们的描述是图示说明而不是限定本发明。显然具有众多的备选方案落在所附权利要求的范围之内。在这点上，进行下列结束评论。

具有许多利用硬件或软件项或者两者实现功能的众多方式。在这点上，附
30 图是非常概略的，每个附图仅表示本发明一种可能的实施方案。因此，虽然附

图把不同的功能显示成不同的方框，但是这决不排除单个硬件或软件项执行若干功能，也不排除把硬件或软件项组装起来或两者执行一个功能。

在权利要求中任何参考符号不应被解释为限制该权利要求。动词“包括”及其动词变化的使用并不排除权利要求中所述之外的元件或步骤的存在。在元
5 件或步骤前的冠词“一”或“一个”的使用并不排除多个这样的元件或者步骤的存在。

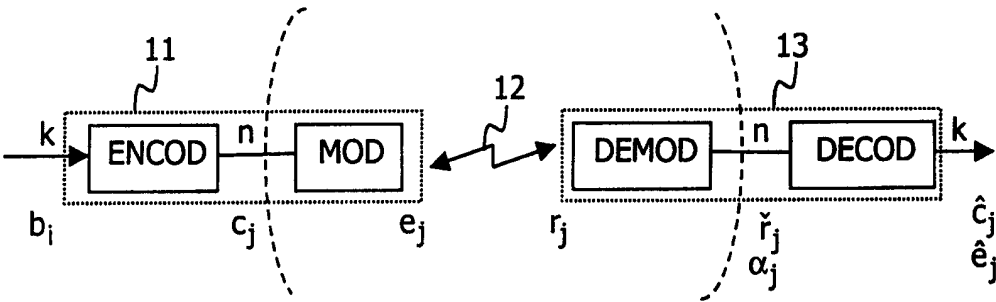


图 1

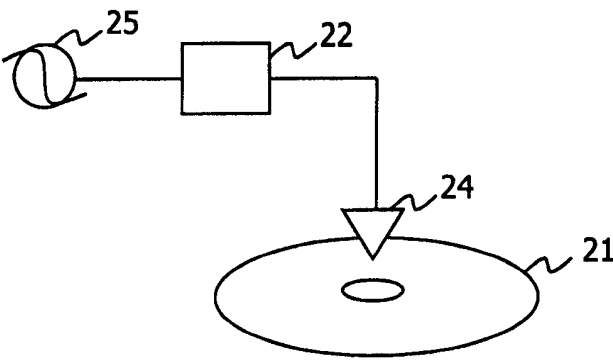


图 2