

接收器、存储器及测试方法

相关申请的交叉引用

本公开要求在 2021 年 07 月 16 日提交中国专利局、申请号为 202110808712.6、申请名称为“接收器、存储器及测试方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开实施例涉及但不限于接收器、存储器及测试方法。

背景技术

常规情况下，在产品设计过程中需要对内存进行信号完整性仿真和测试，主要是从信号质量和信号时序方面进行考察和验证。

在内存测试中很重要的一步就是 RMT 测试 (Rank Margining Test)，RMT 测试所获取的参数包括 TxV-和 TxV+，这两个参数用于表征存储器的数据接收器在电压方向上能正确识别数据信号的最大窗口。在高速情况下，由于数据信号质量的劣化，上述参数表征的最大窗口会发生收缩，为扩大最大窗口，一般采用 CTLE(Continuous Time Linear Equalizer)均衡器和 DFE(Decision Feedback Equalization)均衡器。

发明内容

本公开实施例提供一种接收器，包括：信号接收模块，包括第一 MOS 管和第二 MOS 管，所述第一 MOS 管的栅极用于接收基准信号，所述第二 MOS 管的栅极用于接收数据信号，以输出比较信号，所述比较信号用于表征所述基准信号的电压值和所述数据信号的电压值的大小关系；调节模块，包括第三 MOS 管，所述第三 MOS 管的源极与所述第一 MOS 管的源极连接，所述第三 MOS 管的漏极与所述第一 MOS 管的漏极连接，所述第三 MOS 管的栅极用于接收调节信号。

在一些实施例中，第一 MOS 管的宽长比与第三 MOS 管的宽长比的比值大于 4。

在一些实施例中，调节模块还包括：调节单元，用于接收外部信号和调节编码，以输出调节信号；外部信号用于生成调节信号，每一调节编码对应调节信号的一电压值。

在一些实施例中，调节单元包括：运算放大器和多个串联电阻，运算放大器具有同相输入端、反相输入端和输出端，同相输入端用于接收外部信号，反相输入端与输出端之间串联第一数量的电阻，反相输入端与接地端之间串联第二数量的电阻；变阻单元，用于接收调节编码，并根据调节编码控制第三 MOS 管的栅极与一电阻的远地端连接。

在一些实施例中，外部信号为基准信号。

在一些实施例中，还包括：控制模块，与调节单元的使能端连接，用于接收第一编码和第二编码，输出使能信号，每一第一编码对应基准信号的一电压值，第二编码对应一预设电压，使能信号用于关闭或使能调节单元；若控制模块处于使能状态，且第一编码对应的电压值小于预设电压，则使能信号使能调节单元。

在一些实施例中，控制模块还用于接收开关信号，开关信号用于关闭或使能控制模块。

在一些实施例中，还包括：辅助单元，与第三 MOS 管的栅极连接，用于接收使能信号；若使能信号处于第一电平，则使能信号使能调节单元和导通第三 MOS 管，若使能信号处于第二电平，则使能信号关闭调节单元和截止第三 MOS 管。

在一些实施例中，第一 MOS 管、第二 MOS 管以及第三 MOS 管为 NMOS 管，第一电平为低电平，第二电平为高电平；辅助单元包括：第四 MOS 管，第四 MOS 管为 NMOS 管，第四 MOS 管的栅极用于接收使能信号、漏极与第三 MOS 管的栅极连接，源极接地。

在一些实施例中，还包括：基准信号生成器，用于接收第一编码，并基于

第一编码生成具有对应电压值的基准信号。

在一些实施例中，信号接收模块包括：信号放大单元，包括第一 MOS 管和第二 MOS 管，且具有第一输出端和第二输出端，第一输出端用于输出基准放大信号，第二输出端用于输出数据放大信号，基准放大信号与数据放大信号的电压值的差值的绝对值大于基准信号和数据信号的电压值的差值的绝对值；数据比较单元，数据比较单元的第一输入端用于接收基准放大信号，数据比较单元的第二输入端用于接收数据放大信号，数据比较单元的输出端用于输出比较信号。

在一些实施例中，第一 MOS 管与第二 MOS 管的类型和尺寸相同；第一 MOS 管的漏极用于连接第一负载，第二 MOS 管的漏极用于连接第二负载，第一 MOS 管的源极与第二 MOS 管的源极连接同一电流源。

本公开实施例还提供一种存储器，包含任一项的接收器。

本公开实施例还提供一种测试方法，包括：提供上述任一项的接收器；控制第三 MOS 管截止；向信号接收模块输入数据信号并按照第一步长调节基准信号的电压值，以获取多个比较信号，记为第一比较信号；若所述比较信号表征的大小关系与所述数据信号和所述基准信号的大小关系相同，则记为有效信号；获取所述第一比较信号中所有所述有效信号对应的所述基准信号的第一电压值范围，以及获取所述第一电压值范围的中间值和极小值，所述极小值记为第一极小值；向所述信号接收模块输入所述数据信号并按照所述第一步长调节所述基准信号的电压值，且在所述基准信号的电压值小于等于所述中间值时，输入调节信号以导通所述第三 MOS 管，以获取多个比较信号，记为第二比较信号；获取所述第二比较信号中所有所述有效信号对应的所述基准信号的第二电压值范围，以及获取所述第二电压值范围的最小值，记为第二极小值。

在一些实施例中，若第二极小值与第一极小值的差值小于预设阈值，则按照第二步长调节调节信号的电压值，直至第 N 比较信号对应的第 N 极小值与第一极小值的差值大于或等于预设阈值，N 为大于等于 3 的自然数。

在一些实施例中，在获取第二极小值之后，按照第二步长调节调节信号的

电压值，以获取比较信号，记为第三比较信号；获取第三比较信号中所有有效信号对应的基准信号的电压值范围，记为第三电压值范围，以及获取第三电压值范围的最小值，记为第三极小值；若第三极小值大于或等于第二极小值，则记录调节信号的电压值并终止测试；若第三极小值小于第二极小值，则按照第二步长再次调节调节信号的电压值，直至第 N 比较信号对应的第 N 极小值大于或等于第 N-1 极小值，N 为大于或等于 4 的自然数。

附图说明

一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定，附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件，除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

图 1 为本公开实施例提供的接收器的结构示意图；

图 2 为本公开实施例提供的一种测试方法；

图 3 为本公开实施例提供的 shmoo 图；

图 4 为本公开实施例提供的另一种测试方法。

具体实施方式

为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本公开的各实施例进行详细的阐述。然而，本领域的普通技术人员可以理解，在本公开各实施例中，为了使读者更好地理解本公开而提出了许多技术细节。但是，即使没有这些技术细节和基于以下各实施例的种种变化和修改，也可以实现本公开所要求保护的技术方案。

参考图 1，接收器包括：信号接收模块 10，包括第一 MOS 管 M1 和第二 MOS 管 M2，第一 MOS 管 M1 的栅极用于接收基准信号 10a，第二 MOS 管 M2 的栅极用于接收数据信号 10b，以输出比较信号 10c，比较信号 10c 用于表征基准信号 10a 的电压值和数据信号 10b 的电压值的大小关系；调节模块 20，包括第三 MOS 管 M3，第三 MOS 管 M3 的源极与第一 MOS 管 M1 的源极连接，

第三 MOS 管 M3 的漏极与第一 MOS 管 M1 的漏极连接, 第三 MOS 管 M3 的栅极用于接收调节信号 20a。

在一些实施例中, 第一 MOS 管 M1 的宽长比与第三 MOS 管 M3 的宽长比的比值大于 4。如此, 有利于使得第三 MOS 管 M3 仅起到微调作用, 避免第三 MOS 管 M3 的设置弱化甚至部分无效第一 MOS 管 M1 的功能, 使得第一 MOS 管 M1 主导基准信号 10a 电压值的调节。

在一些实施例中, 调节模块 20 还包括调节单元 21, 用于接收外部信号 20b 和调节编码 20c, 以输出调节信号 20a; 外部信号 20b 用于生成调节信号 20a, 每一调节编码 20c 对应调节信号 20a 的一电压值。在第三 MOS 管 M3 的参数确定以及调节信号 20a 的电压值确定的情况下, 第三 MOS 管 M3 的导通程度是确定的; 在与第三 MOS 管 M3 连接的电路结构确定的情况下, 第三 MOS 管 M3 的导通程度对应一导通电流, 也就是说, 每一调节编码 20c 对应第三 MOS 管 M3 的一导通电流。

具体地, 调节单元 21 包括: 运算放大器 211 和多个串联电阻 (未标示), 运算放大器 211 具有同相输入端、反相输入端和输出端, 同相输入端用于接收外部信号 20b, 反相输入端与输出端之间串联有第一电阻单元 212, 第一电阻单元 212 包含串接的第一数量的电阻, 反相输入端与接地端之间串联有第二电阻单元 213, 第二电阻单元 213 包含串接的第二数量的电阻; 变阻单元 (未图示), 用于接收调节编码 20c, 并根据调节编码 20c 控制第三 MOS 管 M3 的栅极与一电阻的远地端连接。需要说明的是, 每一电阻都具有近地端和远地端, 若电阻上有电流通过, 则远地端的电压大于近地端的电压; 此外, 第一数量和第二数量为大于等于 1 的自然数。需要说明的是, 虽然图 1 中所示接收器中第三 MOS 管 M3 的栅极与第一电阻单元 212 连接, 但实际上第三 MOS 管 M3 的栅极可与第一电阻单元 212 和第二电阻单元 213 中任一电阻的远地端连接。

本实施例中, 外部信号 20b 为基准信号 10a。如此, 无需设置专门的外部信号 20b, 可以复用基准信号 10a, 有利于节省电路面积; 同时, 由于运算放大器 211 的反相输入端的电压等于同相输入端的电压, 若将基准信号 10a 设置为

外部信号 20b, 则调节信号 20a 的电压值是以基准信号 10a 的电压值为中心进行调整, 调节信号 20a 的电压值与基准信号 10a 的电压值的差值较小, 第三 MOS 管 M3 的 VGS 调节难度较低, 如此, 有利于保证在第一 MOS 管 M1 导通的情况下, 第三 MOS 管 M3 能够导通, 且能够对第三 MOS 管 M3 的导通电流进行微调。

在一些实施例中, 接收器还包括控制模块 30, 与调节单元 21 的使能端连接, 用于接收第一编码 30a 和第二编码 30b, 输出使能信号 30c, 每一第一编码 30a 对应基准信号 10a 的一电压值, 第二编码 30b 对应一预设电压, 使能信号 30c 用于关闭或使能调节单元 21; 若控制模块 30 处于使能状态, 且第一编码 20a 对应的电压值小于预设电压, 则使能信号 30c 使能调节单元 21。

在一些实施例中, 控制模块 30 还用于接收开关信号 30d, 开关信号 30d 用于关闭或使能控制模块 30。开关信号具有开启电平和关闭电平, 若开关信号 30d 处于开启电平, 则使能控制模块 30, 若开关信号 30d 处于关闭电平, 则关闭控制模块 30; 其中, 开启电平可以高电平或低电平中的一者, 关闭电平可以为高电平或低电平中的另一者。本文以开启电平为高电平, 关闭电平为低电平作为示例进行说明。

在一些实施例中, 接收器还包括辅助单元 40, 与第三 MOS 管 M3 连接, 用于接收使能信号 30c; 若使能信号 30c 处于第一电平, 则使能信号 30c 使能调节单元 21 和导通第三 MOS 管 M3, 若使能信号 30c 处于第二电平, 则使能信号 30c 关闭调节单元 21 和截止第三 MOS 管 M3。

在一些实施例中, 第一 MOS 管 M1、第二 MOS 管 M2 以及第三 MOS 管 M3 为 NMOS 管, 第一电平为低电平, 第二电平为高电平; 辅助单元 40 包括第四 MOS 管 M4, 第四 MOS 管 M4 为 NMOS 管, 第四 MOS 管 M4 的栅极用于接收使能信号 30c、漏极与第三 MOS 管 M3 的栅极连接、源极接地。也就是说, 当使能信号 30c 处于低电平时, 调节单元 21 被使能, 第四 MOS 管 M4 被截止, 第三 MOS 管 M3 的栅极受调节信号 20a 控制; 当使能信号 30c 处于高电平时, 调节单元 21 关闭, 第四 MOS 管 M4 导通, 第三 MOS 管 M3 的栅极电压被拉

低，以使得第三 MOS 管 M3 截止。

在一些实施例中，接收器还包括基准信号生成器 40，用于接收第一编码 30a，并基于第一编码 30a 生成具有对应电压值的基准信号 10a。基准信号生成器 40 生成的基准信号 10a 可输入至第一 MOS 管 M1 的栅极和/或运算放大器 211 的同相输入端。

在一些实施例中，信号接收模块 10 包括：信号放大单元 11，包括第一 MOS 管 M1 和第二 MOS 管 M2，且具有第一输出端（未标示）和第二输出端（未标示），第一输出端用于输出基准放大信号 11a，第二输出端用于输出数据放大信号 11b，基准放大信号 11a 和数据放大信号 11b 的电压值的差值的绝对值大于基准信号 10a 和数据信号 10b 的电压值的差值的绝对值；数据比较单元 12，数据比较单元 12 的第一输入端用于接收基准放大信号 11a，数据比较单元 12 的第二输入端用于接收数据放大信号 11b，数据比较单元 12 的输出端用于输出比较信号 10c。

在一些实施例中，第一 MOS 管 M1 和第二 MOS 管 M2 的类型和尺寸相同；第一 MOS 管 M1 的漏极用于连接第一负载 R1，第二 MOS 管 M2 的漏极用于连接第二负载 R2，第一 MOS 管 M1 的源极和第二 MOS 管 M2 的源极连接同一电流源。

本实施例中，第三 MOS 管 M3 与第一 MOS 管 M1 并联，流经第三 MOS 管的电流值由调节信号的电压值控制，若在第一 MOS 管 M1 导通时控制第三 MOS 管 M3 接收调节信号，则基准信号 10a 对应的导通电流由第一 MOS 管 M1 自身的导通电流变为第一 MOS 管 M1 的导通电流和第三 MOS 管 M3 的导通电流之和，换句话说，原来基准信号 10a 需要具有较大的电压值才能实现的导通电流，现在可通过具有较小电压值的基准信号 10a 实现，如此，有利于拉低接收器正确识别数据信号的电压窗口的最小值，从而扩大电压窗口。

相应地，本公开实施例还提供一种存储器，包括上述任一项的接收器。包含上述接收器的存储器具有较大的数据识别窗口，有利于通过产品设计过程中的 RMT 测试。

相应地，本公开实施例还提供一种测试方法，用于获取待确定的调节信号的电压值。参考图 1 至图 3，测试方法包含以下步骤：

步骤 S11：提供如上述任一项的接收器并控制第三 MOS 管截止。

通过控制第三 MOS 管 M3 截止，可检测信号接收模块 10 的初始数据识别窗口。数据识别窗口指的是在数据信号 10b 的波形固定的情况下，扫描基准信号 10a 所得到的表征数据信号 10b 能够被正确识别的情况，一般采用 shmoo 图表征数据识别窗口，其中， T_{xV+} 表征数据识别窗口的最大电压值， T_{xV-} 表征数据识别窗口的最小电压值。

此外，扫描基准信号 10a 指的是按照特定步长以从小到大或从大到小的顺序调节基准信号 10a 的电压值。

步骤 S12：向信号接收模块输入数据信号并按照第一步长调节基准信号的电压值，以获取比较信号，记为第一比较信号。

每一比较信号 10c 都用于表征基准信号 10a 的一电压值与数据信号 10b 的电压值的大小关系，在扫描基准信号 10a 的过程中，可获得多个比较信号 10c，即多个第一比较信号。由于数据信号 10b 的波形完整性和信号接收模块的分辨率等原因，部分比较信号 10c 无法正确表征数据信号 10b 和基准信号 10a 之间的电压值大小关系，仅有部分比较信号 10c 能够正确表征，因此，本文中，若比较信号 10c 表征的大小关系与数据信号 10b 和基准信号 10a 的大小关系相同，则记为有效信号。

步骤 S13：获取第一比较信号中所有有效信号对应的基准信号的电压值范围，记为第一电压值范围，以及获取第一电压值范围的中间值和极小值，记为第一极小值。

比较信号 10c 基于基准信号 10a 和数据信号 10b 生成，每一比较信号 10c 具有对应的基准信号 10a，比较信号中的有效信号对应的基准信号 10a 的电压值范围构成 shmoo 图。在截止第三 MOS 管 M3 而扫描基准信号 10a 的情况下，获取到的 shmoo 图表征信号接收模块 10 的初始数据识别窗口，参考图 3 左图，初始数据识别窗口具有极大值、中间值 T_{mid} 和极小值，最大值记为第一极大值

TxV_{+1} , 极小值记为第一极小值 TxV_{-1} 。

步骤 S14: 向信号接收模块输入数据信号并按照第一步长调节基准信号的电压值, 且在基准信号的电压值小于等于中间值时, 输入调节信号以导通第三 MOS 管, 以获取多个比较信号, 记为第二比较信号。

在获取第二比较信号的过程中, 数据信号 10b 的波形固定, 仅在基准信号 10a 的电压值小于等于中间值 T_{mid} 时控制第三 MOS 管 M3 导通, 有利于避免第三 MOS 管 M3 的设置同时拉低数据识别窗口的极大值和极小值, 即第一极大值 TxV_{+1} 和第一极小值 TxV_{-1} , 使得第三 MOS 管 M3 的设置仅拉低第一极小值 TxV_{-1} , 从而扩大数据识别窗口的电压范围。

步骤 S15: 获取第二比较信号中所有有效信号对应的基准信号的电压值范围, 记为第二电压值范围, 以及获取第二电压值范围的最小值, 记为第二极小值。

本步骤的目的在于验证调节信号的设置是否实现数据识别窗口中电压极小值的拉低, 以及测算调节信号的电压值大小与拉低幅度的关系。若如图 3 右图所示意的数据识别窗口的极小值被进一步拉低为第二极小值 TxV_{-2} , 则判断数据识别窗口中电压极小值被进一步拉低; 此外, 拉低幅度既可以是电压差值也可以是比例值, 电压差值可由第一极小值 TxV_{-1} 减去第二极小值 TxV_{-2} 计算得到, 比例值可由第一极小值 TxV_{-1} 与第二极小值 TxV_{-2} 的差值除以第一极大值 TxV_{+1} 与第一极小值 TxV_{-1} 的差值计算得到, 本文以拉低幅度指的是电压差值进行说明。

在一些实施例中, 需要控制调节信号 20a 的电压值, 以使得拉低后的极小值与第一极小值 TxV_{-1} 的差值大于或等于预设阈值, 因此, 在获取第二极小值 TxV_{-2} 之后, 还包括以下步骤:

步骤 S16, 判断第二极小值 TxV_{-2} 和第一极小值 TxV_{-1} 的差值是否大于或等于预设阈值。

若差值大于或等于预设阈值, 说明调节信号 20a 的当前电压值满足要求, 则记录下调节信号 20a 的当前电压值并结束测试流程; 若小于预设阈值, 则需

要调节调节信号 20a 的电压值,以进一步拉低数据识别窗口的电压极小值,即执行步骤 S17。

步骤 S17: 按照第二步长调节调节信号的电压值,以获取比较信号,记为第 N 比较信号。

在按照第二步长调节一次调节信号 20a 的电压值之后,向信号接收模块 10 输入数据信号 10b 并按照第一步长调节基准信号 10a 的电压值,以获取对应的比较信号 10c,记为第 N 比较信号;其中,N 为大于等于 3 的自然数,N 的数值随着调节信号 20a 的调节次数的增加而增大。也就是说,每按照第二步长调节一次调节信号 20a 的电压值,都需要重新扫描一次基准信号 10a 的电压值(假设数据信号 10b 的波形固定且持续输入)。

其中,第二步长既可以是正值也可以是负值,也就是说,调节信号 20a 的电压值既可以按照从大到小的趋势进行调节,也可以按照从小到大的趋势进行调节。本公开实施例中,调节信号 20a 的电压值按照从小到大的趋势进行调节,如此,可使得在调节信号 20a 的电压值满足要求之前,第三 MOS 管 M3 的导通电流较小,保证第三 MOS 管 M3 仅起到微调的作用。

此外,调节信号 20a 的电压值调节与调节信号 20a 的输入时间无关,在扫描基准信号 10a 的电压值的过程中,调节信号 20a 始终在基准信号 10a 的电压值小于等于中间值 T_{mid} 的情况下输入至第三 MOS 管 M3 的栅极。具体地,以图 1 所示接收器为例,在调节信号 20a 的电压值不满足要求之后,关闭运算放大器 211,中止输出调节信号 20a,变阻单元根据新的调节编码 20c 控制第三 MOS 管 M3 的栅极与另一电阻的远地端连接,新的调节编码 20c 对应调节信号 20a 的按照第二步长调节后的电压值;在调节完第三 MOS 管 M3 的连接关系之后,重新扫描基准信号 10a 的电压值,且在基准信号 10a 的电压值小于等于中间值 T_{mid} 时使能运算放大器 211,此时,调节单元 21 根据新的调节编码 20c 输出新的调节信号 20a,以获取比较信号 10c。

步骤 S18: 获取第 N 比较信号中所有有效信号对应的基准信号的电压值范围,记为第 N 电压值范围,以及获取第 N 电压值范围的最小值,记为第 N 极

小值。

本步骤与步骤 S16 类似，用于验证上一步骤的电压值调节是否能够满足要求，即第一极小值 TxV_{-1} 与第 N 极小值的差值是否大于等于预设阈值。

步骤 S19: 判断第一极小值与第 N 极小值的差值是否大于或等于预设阈值。

若大于或等于预设阈值，则说明第 N 比较信号对应的调节信号 20a 的电压值满足要求，可记录下调节信号 20a 的当前电压值并终止测试；若小于预设阈值，则循环步骤 S17 和步骤 18，即按照第二步长重复调节调节信号 20a 的电压值，直至第 N 比较信号对应的第 N 极小值与第一极小值 TxV_{-1} 的差值大于或等于预设阈值。

在一些实施例中，需要控制调节信号 20a 的电压值，使得数据识别窗口具有最小的极小值。具体地，若在调整调节信号 20a 的电压值之后，数据识别窗口的极小值大于或等于前一极小值，则认为前一极小值已经达到极限值，无法被进一步拉低；同时，虽然理论上第二极小值 TxV_{-2} 小于第一极小值 TxV_{-1} ，但为提高测试的准确性，需要对第二极小值 TxV_{-2} 的实际电压值进行验证，因此，在获取第二极小值 TxV_{-2} 之后，参考图 4，还需要执行以下步骤：

步骤 S20: 判断第二极小值是否大于等于第一极小值。

若第二极小值 TxV_{-2} 大于或等于第一极小值 TxV_{-1} ，则说明调节信号 20a 的设置并未起到作用，此时中止测试并检查原因；若第二极小值 TxV_{-2} 小于第一极小值 TxV_{-1} ，则说明调节信号 20a 的设置正常发挥作用，此时需要检测第二极小值 TxV_{-2} 是否为数据识别窗口的极小值的极限值。

步骤 S21: 按照第二步长调节调节信号的电压值，以获取比较信号，记为第三比较信号

步骤 S22: 获取第三比较信号中所有有效信号对应的基准信号的电压值范围，以及获取电压值范围的最小值，记为第三极小值。

步骤 S21 和步骤 S22 用于获取第三极小值，通过第三极小值与第二极小值 TxV_{-2} 之间的大小关系，可判断第二极小值 TxV_{-2} 是否为极小值的极限值。

步骤 S23: 判断第三极小值是否大于等于第二极小值 TxV_{-2} 。

若第三极小值大于等于第二极小值 TxV_{-2} ，则认为数据识别窗口的极小值不能被进一步拉低，第二极小值 TxV_{-2} 已经处于极小值的极限值；若第三极小值小于第二极小值 TxV_{-2} ，则说明数据识别窗口的极小值还有进一步拉低的空间，此时需要按照第二步长再次调节调节信号 20a 的电压值，直至第 N 比较信号对应的第 N 极小值大于或等于第 N-1 极小值；其中，N 为大于等于 4 的自然数。

具体步骤如下：步骤 S24：按照第二步长再次调节调节信号的电压值，以获取比较信号，记为第 N 比较信号；步骤 S25：获取 N 比较信号中所有有效信号对应的基准信号的电压值范围，以及获取电压值范围的最小值，记为第 N 极小值；S26：判断第 N 极小值是否大于或等于第 N-1 极小值，若第 N 极小值大于或等于第 N-1 极小值，则说明第 N-1 极小值已经为极小值的极限值，此时记录下调节信号 20a 的电压值并结束测试；若第 N 极小值小于第 N-1 极小值，则说明数据识别窗口的极小值可能可以进一步拉低，此时循环执行步骤 S24 至步骤 S26，直至第 N 极小值大于或等于第 N-1 极小值，此时认为第 N-1 极小值为数据识别窗口的极限极小值。

本实施例中，提供一种测试方法，测试调节信号的设置对数据识别窗口的极小值的影响，换句话说，测试调节信号的设置是否拓宽了数据识别窗口的电压值范围，以及确定满足数据识别窗口电压值范围要求的调节信号的电压值，保证接收器具有较大的数据识别窗口。

本领域的普通技术人员可以理解，上述各实施方式是实现本公开的具体实施例，而在实际应用中，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本公开的精神和范围。任何本领域技术人员，在不脱离本公开的精神和范围内，均可作各自更动与修改，因此本公开的保护范围应当以权利要求限定的范围为准。

工业实用性

本公开实施例中，接收器包括：信号接收模块，包括第一 MOS 管和第二

MOS 管，所述第一 MOS 管的栅极用于接收基准信号，所述第二 MOS 管的栅极用于接收数据信号，以输出比较信号，所述比较信号用于表征所述基准信号的电压值和所述数据信号的电压值的大小关系；调节模块，包括第三 MOS 管，所述第三 MOS 管的源极与所述第一 MOS 管的源极连接，所述第三 MOS 管的漏极与所述第一 MOS 管的漏极连接，所述第三 MOS 管的栅极用于接收调节信号。本公开实施例有利于扩大数据信号的有效识别窗口的范围。

权 利 要 求 书

1、一种接收器，包括：

信号接收模块，包括第一 MOS 管和第二 MOS 管，所述第一 MOS 管的栅极用于接收基准信号，所述第二 MOS 管的栅极用于接收数据信号，以输出比较信号，所述比较信号用于表征所述基准信号的电压值和所述数据信号的电压值的大小关系；

调节模块，包括第三 MOS 管，所述第三 MOS 管的源极与所述第一 MOS 管的源极连接，所述第三 MOS 管的漏极与所述第一 MOS 管的漏极连接，所述第三 MOS 管的栅极用于接收调节信号。

2、根据权利要求 1 所述的接收器，其中，所述第一 MOS 管的宽长比与所述第三 MOS 管的宽长比的比值大于 4。

3、根据权利要求 1 所述的接收器，其中，所述调节模块还包括：

调节单元，用于接收外部信号和调节编码，以输出所述调节信号；所述外部信号用于生成所述调节信号，每一所述调节编码对应所述调节信号的一电压值。

4、根据权利要求 3 所述的接收器，其中，所述调节单元包括：

运算放大器和多个串联电阻，所述运算放大器具有同相输入端、反相输入端和输出端，所述同相输入端用于接收所述外部信号，所述反相输入端与所述输出端之间串联第一数量的电阻，所述反相输入端与接地端之间串联第二数量的电阻；

变阻单元，用于接收所述调节编码，并根据所述调节编码控制所述第三 MOS 管的栅极与一所述电阻的远地端连接。

5、根据权利要求 3 所述的接收器，其中，所述外部信号为所述基准信号。

6、根据权利要求 3 所述的接收器，还包括：

控制模块，与所述调节单元的使能端连接，用于接收第一编码和第二编码，输出使能信号，每一所述第一编码对应所述基准信号的一电压值，所述第二编

码对应一预设电压，所述使能信号用于关闭或使能所述调节单元；若所述控制模块处于使能状态，且所述第一编码对应的电压值小于所述预设电压，则所述使能信号使能所述调节单元。

7、根据权利要求6所述的接收器，其中，所述控制模块还用于接收开关信号，所述开关信号用于关闭或使能所述控制模块。

8、根据权利要求6所述的接收器，还包括：

辅助单元，与所述第三MOS管的栅极连接，用于接收所述使能信号；若所述使能信号处于第一电平，则所述使能信号使能所述调节单元和导通所述第三MOS管，若所述使能信号处于第二电平，则所述使能信号关闭所述调节单元和截止所述第三MOS管。

9、根据权利要求8所述的接收器，其中，所述第一MOS管、所述第二MOS管以及所述第三MOS管为NMOS管，所述第一电平为低电平，所述第二电平为高电平；所述辅助单元包括：第四MOS管，所述第四MOS管为NMOS管，所述第四MOS管的栅极用于接收所述使能信号、漏极与所述第三MOS管的栅极连接，源极接地。

10、根据权利要求6所述的接收器，还包括：基准信号生成器，用于接收所述第一编码，并基于所述第一编码生成具有对应电压值的所述基准信号。

11、根据权利要求1所述的接收器，其中，所述信号接收模块包括：

信号放大单元，包括所述第一MOS管和所述第二MOS管，且具有第一输出端和第二输出端，所述第一输出端用于输出基准放大信号，所述第二输出端用于输出数据放大信号，所述基准放大信号与所述数据放大信号的电压值的差值的绝对值大于所述基准信号和所述数据信号的电压值的差值的绝对值；

数据比较单元，所述数据比较单元的第一输入端用于接收所述基准放大信号，所述数据比较单元的第二输入端用于接收所述数据放大信号，所述数据比较单元的输出端用于输出所述比较信号。

12、根据权利要求10所述的接收器，其中，所述第一MOS管与所述第二MOS管的类型和尺寸相同；所述第一MOS管的漏极用于连接第一负载，所述

第二 MOS 管的漏极用于连接第二负载，所述第一 MOS 管的源极与所述第二 MOS 管的源极连接同一电流源。

13、一种存储器，包括如权利要求 1 至 12 中任一项所述的接收器。

14、一种测试方法，包括：

提供权利要求 1 至 12 中任一项所述的接收器；

控制第三 MOS 管截止；

向信号接收模块输入数据信号并按照第一步长调节基准信号的电压值，以获取多个比较信号，记为第一比较信号；若所述比较信号表征的大小关系与所述数据信号和所述基准信号的大小关系相同，则记为有效信号；

获取所述第一比较信号中所有所述有效信号对应的所述基准信号的电压值范围，记为第一电压值范围，以及获取所述第一电压值范围的中间值和极小值，所述极小值记为第一极小值；

向所述信号接收模块输入所述数据信号并按照所述第一步长调节所述基准信号的电压值，且在所述基准信号的电压值小于等于所述中间值时，输入调节信号以导通所述第三 MOS 管，以获取多个比较信号，记为第二比较信号；

获取所述第二比较信号中所有所述有效信号对应的所述基准信号的电压值范围，记为第二电压值范围，以及获取所述第二电压值范围的最小值，记为第二极小值。

15、根据权利要求 14 所述的测试方法，其中，若所述第二极小值与所述第一极小值的差值小于预设阈值，则按照第二步长调节所述调节信号的电压值，直至第 N 比较信号对应的第 N 极小值与所述第一极小值的差值大于或等于预设阈值，N 为大于等于 3 的自然数。

16、根据权利要求 14 所述的测试方法，其中，在获取所述第二极小值之后，按照第二步长调节所述调节信号的电压值，以获取所述比较信号，记为第三比较信号；

获取所述第三比较信号中所有所述有效信号对应的所述基准信号的电压值范围，记为第三电压值范围，以及获取所述第三电压值范围的最小值，记为第

三极小值；若所述第三极小值大于或等于所述第二极小值，则记录所述调节信号的电压值并终止测试；若所述第三极小值小于所述第二极小值，则按照所述第二步长再次调节所述调节信号的电压值，直至第 N 比较信号对应的第 N 极小值大于或等于所述第 $N-1$ 极小值， N 为大于或等于 4 的自然数。